



UNIVERSIDAD  
TECNOLÓGICA  
DEL PERÚ

Facultad de Ingeniería  
Ingeniería de Seguridad Industrial y Minera

**“Prevención de riesgos disergonómicos  
en el proceso de soldadura de tuberías  
metálicas de 24” en una empresa minera.  
Arequipa. 2018”**

Autores: Nelly Gloria Guevara Huilca  
Jesus Martinez Vilca

Para obtener el título profesional de  
**Ingeniero de Seguridad Industrial y Minera**

Asesor: Mg. Ing. Grace Patricia Acevedo Obando

**Arequipa, marzo del 2019**

## **DEDICATORIA**

Esta investigación la dedicamos a Dios primero y a nuestras muy amadas madres, por estar ahí, siempre.

## **RESUMEN**

La presente investigación titulada “Prevención de riesgos disergonómicos en el proceso de soldadura de tuberías metálicas de 24” en una empresa minera”, aplicada a una muestra no probabilística de 08 soldadores, a quienes se aplicaron las técnicas de la encuesta y la observación y se tuvo como instrumentos: el diagrama de Corlett y Bishop, la Hoja de campo del método REBA y el software on line del Método REBA. Teniendo como guía un diseño pre experimental. Los resultados se obtuvieron de la tabulación de los datos recolectados en paquetes informáticos como Microsoft Excel 2013 y el software on line REBA, esta nueva información permitió desarrollar medidas de control, las mismas que fueron incluidas en el programa de prevención de riesgos disergonómicos. La investigación tuvo como resultado principal la reducción de riesgos disergonómicos. Las molestias identificadas por el Diagrama de Corlett y Bishop, que tenían en la región lumbar, la zona del cuello y la zona de la rodilla derecha como las secciones con mayor incidencia, disminuyeron de 75% a 50%, de 62.5% a 37.5% y de 50% a 37.5% respectivamente. Las posturas corporales que presentaron mayor riesgo disergonómico identificadas en la Hoja de campo del método REBA, en ambos grupos corporales son las desarrolladas al soldar recostado o arrodillado la parte inferior y al soldar de pie la parte superior de las tuberías

metálicas de 24”, del mismo modo, no se ha podido llegar a cero soldadores que adoptan las posturas que incrementan en +1 y/o +2 las puntuaciones parciales de cada grupo corporal A, la carga o fuerza y B la calidad de agarre no han influenciado en el incremento de las puntuaciones finales REBA. Del nivel de riesgo muy alto y alto evaluados inicialmente se redujo a nivel de riesgo alto y medio. Se redujo también el tipo de actuación donde “era necesaria la actuación de inmediato” se redujo a “necesaria la actuación cuanto antes” o a “es necesaria la actuación. Las medidas de control aplicadas fueron capacitaciones, pausas activas, campaña ergonómica en relación a los controles administrativos y la implementación de rodilleras de soldadura, plancha ignífuga para el suelo en relación a los equipos de protección personal. La aplicación de estos controles, como medidas preventivas y/o correctivas ha sido satisfactoria.

**PALABRAS CLAVE:** Riesgos disergonómicos, posturas, REBA, prevención, Ergonomía.

## **ABSTRACT**

The present investigation entitled "Prevention of disergonomic risks in the process of welding metallic pipes of 24" in a mining company ", applied to a non-probabilistic sample of 08 welders, to whom the techniques of the survey and observation were applied and had as instruments: the Corlett and Bishop diagram, the field sheet of the REBA method and the online software of the REBA Method. Taking as a guide a pre experimental design. The results were obtained from the tabulation of the data collected in computer packages such as Microsoft Excel 2013 and the online software REBA. This new information allowed the development of control measures, which were included in the disergonomic risk prevention program. The main result of the research was the reduction of disergonomic risks. The discomfort identified by the Corlett and Bishop Diagram, which had in the lumbar region, the neck area and the right knee area as the sections with the highest incidence, decreased from 75% to 50%, from 62.5% to 37.5% and from 50% to 37.5% respectively. The bodily postures that presented the highest disergonomic risk identified in the field sheet of the REBA method, in both body groups, are those developed when welding the knees or kneeling the lower part and when welding the upper part of the 24 "metallic pipes, same way, it has not been possible to reach zero welders who adopt the positions that increase

in +1 and / or +2 the partial scores of each corporal group A, the load or force and B the quality of grip have not influenced in the increase of the REBA final scores. From the very high and high risk level evaluated initially it was reduced to high and medium risk level. It also reduced the type of action where "immediate action was necessary" was reduced to "necessary action as soon as possible" or "action is necessary. The control measures applied were training, active breaks, ergonomic campaign in relation to administrative controls and the implementation of welding kneepads, fireproof sheet for the floor in relation to personal protective equipment. The application of these controls, as preventive and / or corrective measures, has been satisfactory.

**KEY WORDS:** Disergonomic risks, postures, REBA, prevention, Ergonomics.

# ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
RESUMEN.....	iii
ABSTRACT.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
INTRODUCCIÓN .....	xiii

## CAPÍTULO 1

### GENERALIDADES

1.1. Descripción de la realidad problemática .....	1
1.1.1. Pregunta principal de investigación .....	2
1.1.2. Preguntas secundarias de investigación.....	2
1.2. Objetivos de la investigación .....	3
1.2.1. Objetivo general .....	3
1.2.2. Objetivos específicos .....	3
1.3. Hipótesis.....	3
1.4. Justificación e importancia .....	4
1.4.1. Social.....	4
1.4.2. Legal.....	4
1.4.3. Económico.....	4
1.5. Alcances y limitaciones .....	5
1.5.1. Alcance.....	5
1.5.2. Limitaciones.....	5

## CAPÍTULO 2

### FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Marco Teórico .....	7
--------------------------	---

2.1.1.	Soldadura .....	7
2.1.2.	Ergonomía .....	9
2.1.3.	Riesgo disergonómico .....	22
2.1.4.	Método REBA .....	23
2.1.5.	Medicina del Trabajo .....	24
2.1.6.	Seguridad Industrial .....	25
2.1.7.	Programa de prevención de riesgos disergonómicos .....	25
2.1.8.	Marco legal .....	25

### CAPÍTULO 3

#### ESTADO DEL ARTE

3.1.	Estado del arte .....	29
3.1.1.	Internacional .....	29
3.1.2.	Nacional .....	31
3.1.3.	Local .....	37
3.1.4.	Habla inglesa .....	39

### CAPÍTULO 4

#### METODOLOGÍA Y DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1.	Metodología de la investigación .....	44
4.1.1.	Método de la investigación .....	45
4.1.2.	Técnica de investigación .....	51
4.1.3.	Diseño de la investigación .....	52
4.2.	Descripción de la investigación .....	53
4.2.1.	Estudio de caso .....	53
4.2.2.	Población .....	53
4.2.4.	Técnicas de observación e instrumentos de colecta y procesamiento de datos 55	
4.3.	Operacionalización de variables .....	55



## CAPÍTULO 5

### DESARROLLO DE LA TESIS

5.1.	Identificación de las molestias que perciben los soldadores en alguna parte de su cuerpo mediante el diagrama de Corlett y Bishop. ....	59
5.2.	Identificación de riesgo disergonómico en las tareas de soldadura de tuberías metálicas	61
5.3.	Evaluación de los riesgos disergonómicos .....	68
5.4.	Desarrollo de las medidas de control para reducir los riesgos disergonómicos..	69

## CAPÍTULO 6

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

6.1.	Resultados del procesamiento de datos por medio del Diagrama de Corlett Y Bishop	75
6.2.	Resultados del procesamiento de los datos recogidos en la hoja de campo del método REBA	79
6.3.	Resultados del procesamiento de datos por medio del software REBA .....	86
6.4.	Determinar los resultados de la aplicación de las medidas de control.....	103
6.4.1.	Resultados de la aplicación de las medidas de control relacionados con los resultados del diagnóstico inicial del diagrama de Corlett y Bishop.....	103
6.4.2.	Resultados de la aplicación de las medidas de control relacionados con los resultados de la hoja de campo del método REBA .....	107
6.4.3.	Resultados de la aplicación de las medidas de control relacionados con los resultados del diagnóstico inicial del método REBA.....	113
CONCLUSIONES.....		115
RECOMENDACIONES.....		120
ANEXOS .....		122
ANEXO 01 HOJA DE CAMPO DEL MÉTODO REBA.....		122
ANEXO 02 DIAGRAMA DE CORLETT Y BISHOP.....		126
ANEXO 03 PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS DISERGONÓMICOS .....		127

ANEXO 03-A PROGRAMA DE CAPACITACIONES .....	128
ANEXO 03-A1 ERGONOMÍA GENERAL EN EL PUESTO DE TRABAJO .....	129
ANEXO 03-A2 Correcta mecánica postural.....	132
ANEXO 03-A3 Tipo de actividad muscular .....	137
ANEXO 03-A4 Manipulación de elementos del proceso de soldadura .....	139
ANEXO 03-B PROGRAMA DE PAUSAS ACTIVAS.....	142
ANEXO 03-B2 FORTALECIMIENTO DE GRUPOS MUSCULARES.....	149
ANEXO 03-B3 RELAJAMIENTO DE GRUPOS MUSCULARES .....	151
ANEXO 03-C CAMPAÑA ERGONÓMICA.....	153
ANEXO 03-C1 INSTALACIÓN DEL PERIÓDICO MURAL.....	154
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	162

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Agarre bueno.....	19
Fig. 2 Agarre regular .....	19
Fig. 3 Agarre malo.....	20
Fig. 4 Grupos de miembros en REBA .....	24
Fig. 5 Proceso de obtención del nivel de actuación.....	50
Fig. 6 Jerarquía de controles.....	51
Fig. 7 Porcentajes de molestias (dolor) de los soldadores en su cuerpo .....	76
Fig. 8 Posturas de la región lumbar en el proceso de soldadura de tuberías de 24” .....	77
Fig. 9 Postura del cuello en el proceso de soldadura de tuberías de 24” .....	78
Fig. 10 Postura de las rodillas en el proceso de soldadura de tuberías de 24” .....	78
Fig. 11 Resultados de la hoja de campo para las posturas del grupo A tras el sondeo inicial.....	80
Fig. 12 Resultados de la hoja de campo para las posturas del grupo B tras el sondeo inicial.....	82
Fig. 13 Porcentajes de la actuación en el método REBA .....	87
Fig. 14 Comparación de los porcentajes de molestias (dolor) mediante el Diagrama de Corlett y Bishop.....	105
Fig. 15 Comparación de los porcentajes de la Hoja de campo del método REBA - Grupo A.....	108
Fig. 16 Comparación de los porcentajes de la Hoja de campo del método REBA - Grupo B.....	111
Fig. 17 Tipo de actuación en el método REBA .....	113

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I Métodos ergonómicos .....	11
Tabla II Métodos ergonómicos (continuación) .....	12
Tabla III Métodos ergonómicos (continuación) .....	12
Tabla IV Características de los métodos ergonómicos de carga postural.....	13
Tabla V Posturas o ángulos corporales de los métodos de carga postural.....	14
Tabla VI Valoración de métodos ergonómicos de carga postural .....	15
Tabla VII Lesiones por esfuerzos repetitivos .....	22
Tabla VIII Puntuaciones del grupo a .....	48
Tabla IX Puntuaciones del grupo b .....	48
Tabla X Puntuaciones del grupo c .....	49
Tabla XI Puntuaciones por el tipo de actividad muscular .....	49
Tabla XII Nivel de actuación del método reba .....	50
Tabla XIII Diseño pre experimental de la investigación presente .....	52
Tabla XIV Muestra de trabajadores.....	54
Tabla XV Ingreso de datos para el muestreo.....	55
Tabla XVI Valores de nivel de confianza en tabla z .....	55
Tabla XVII Operacionalización de variables e indicadores .....	56
Tabla XVIII Procedimiento del método reba .....	69
Tabla XIX Nivel de actuación REBA – Soldador n° 01 .....	88
Tabla XX Nivel de actuación REBA – Soldador n° 02 .....	90
Tabla XXI Nivel de actuación REBA – Soldador n° 03 .....	92
Tabla XXII Nivel de actuación REBA – Soldador n° 04 .....	94
Tabla XXIII Nivel de actuación REBA – Soldador n° 05 .....	96
Tabla XXIV Nivel de actuación REBA – Soldador n° 06.....	98
Tabla XXV Nivel de actuación REBA – Soldador n° 07.....	100
Tabla XXVI Nivel de actuación REBA – Soldador n° 08.....	102

## **INTRODUCCIÓN**

La presente investigación se refiere a los riesgos disergonómicos evaluados mediante el método REBA, el cual evalúa las posturas del cuerpo seccionado en dos Grupos A y B, la carga o fuerza ejercida en los movimientos, el tipo de actividad muscular, la calidad de agarre que se tiene, que puedan representar el desarrollo de trastornos osteomusculares, y por consiguiente afectar la salud de los soldadores del área de soldeo en línea. Con el objetivo de prevenir ésta problemática es necesario identificar los factores de riesgo disergonómico que pueden generar trastornos músculo esqueléticos, identificando a qué factores de riesgo disergonómico están expuestos los soldadores de la muestra.

La problemática estudiada ha tenido como objetivo mejorar las condiciones de trabajo de los soldadores, así como disminuir las ausencias por las manifestaciones de los TMEs en el desarrollo de las actividades de soldadura de tuberías metálicas de 24", reduciendo la exposición a los factores de riesgo disergonómico y disminuir el riesgo disergonómico detectado por medio de la evaluación del método REBA. El interés profesional ha sido el cumplir con la normativa nacional de SST, especialmente la gestión de los riesgos disergonómicos.

El objetivo principal de la investigación fue de prevenir los riesgos disergonómicos en el proceso de soldadura de tuberías metálicas de 24" en una empresa minera, a través de la implementación de medidas de control. Por lo que se planteó como objetivos específicos: el identificar las molestias que perciben los soldadores, esto a través del diagrama de Corlett y Bishop, identificar las posturas que presenten mayor riesgo disergonómico en las tareas de soldadura de tuberías metálicas por medio de la hoja de campo del método REBA, el evaluar los riesgos disergonómicos identificados mediante el método REBA en su versión on line, el desarrollar e implementar medidas de control para reducir el riesgo disergonómicos a los que están expuestos los soldadores del área de soldeo en línea, y finalmente el determinar los resultados de la aplicación de las medidas de control.

Dentro de las limitaciones que se tuvieron que aceptar tenemos el tiempo limitado para trabajar las sesiones del programa de prevención de riesgos disergonómicos, el poco acceso a la información del personal soldador de la empresa, el limitado compromiso de la organización para la adopción de la medidas de control y dado que las tareas operativas se desarrollan íntegramente en campo, las medidas de control se debían de aplicar en el mismo para la reducción de los riesgos disergonómicos en las tareas de soldadura de tuberías metálicas de 24"

El deseo de la presente investigación es que se pueda constituir un aporte para futuras investigaciones relacionadas con las actividades de soldadura de tuberías o con algún otro aspecto relacionado con los factores de riesgo disergonómicos, riesgos disergonómicos o el método REBA.

## **CAPÍTULO 1**

### **GENERALIDADES**

#### **1.1. Descripción de la realidad problemática**

A nivel mundial muchas personas sufren por sus condiciones en el trabajo [1] y por las incompatibilidades entre las condiciones de trabajo, las posturas físicas, movimientos repetitivos y sus necesidades, habilidades y limitaciones, afectando su seguridad y su bienestar, tanto en el hogar como en las organizaciones y la sociedad en general. Asimismo, son las lesiones músculo esqueléticas las que tienen un enorme y progresivo impacto en el mundo, siendo la mayor causa de dolor y discapacidad. [2].

Según la OIT, los trabajadores son víctimas de 268 millones de accidentes no mortales, causando ausencias de trabajo y 160 millones de casos por enfermedad laboral [3] citado en [4, p. 18]. siendo responsables de cerca del 4% del PBI mundial que no reciben pagos de compensación y ausencia de trabajo.

Dentro de las respuestas de los trabajadores de las Pequeñas y Medianas Empresas (PYMEs) desarrolladas en la IV Encuesta Nacional de Condiciones físicas ergonómicas, exhiben un señalamiento a los factores que generan más molestias, entre ellos la temperatura/humedad del puesto de trabajo con 18,2%, la monotonía con

17,1% y las posturas de trabajo con 16,6% del total de los trabajadores encuestados.

[5]

El diseño ergonómico en el proceso de soldadura de tuberías metálicas de 24" en empresa minera implica tiempos extendidos de trabajo repetitivo, sobrecarga postural y manejo manual de carga a lo que podría estar determinando la adquisición de problemas musculoesqueléticos de columna y esto conduce a la ineficiencia en la ejecución de las operaciones, incomodidad en el puesto de trabajo y afección a la salud de los soldadores, esto a su vez trae consigo diferentes lesiones y en el peor de los casos incapacidad, que conllevan a futuras enfermedades ocupacionales, en lo cual inconscientemente se ha venido exponiendo los 13 trabajadores de soldadura que laboran 3 a 2 años de trabajo en lo que soldadura de tuberías metálicas de 24".

Por ende, en la presente investigación, se evaluará los riesgos físicos ergonómicos del trabajador para implementar medidas de control a fin de prevenir enfermedades ocupacionales.

#### **1.1.1. Pregunta principal de investigación**

¿De qué manera los riesgos disergonómicos en el proceso de soldadura de tuberías metálicas de 24" se podrían minimizar mediante la implementación de medidas de control?

#### **1.1.2. Preguntas secundarias de investigación**

- ¿Existirán molestias en algunas partes del cuerpo de los soldadores producto de posturas inadecuadas en el proceso de soldadura de tuberías de 24"?
- ¿Cuáles son las posturas que presentan mayor riesgo disergonómico en las tareas de soldadura de tuberías metálicas de 24"?



- ¿Cuáles serán los riesgos disergonómicos identificados mediante el software del método REBA?
- ¿Cuáles serán las medidas de control a plantear para reducir el riesgo disergonómico a los que están expuestos los soldadores de tuberías metálicas de 24”?
- ¿Cuáles serán los resultados de las medidas de control aplicadas?

## **1.2. Objetivos de la investigación**

### **1.2.1. Objetivo general**

Prevenir los riesgos disergonómicos en el proceso de soldadura de tuberías metálicas de 24” en una empresa minera, mediante la implementación de medidas de control.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Identificar las molestias que perciben los soldadores en alguna parte de su cuerpo mediante el diagrama de Corlett y Bishop.
- Identificar las posturas que presenten mayor riesgo disergonómico en las tareas de soldadura de tuberías metálicas.
- Evaluar los riesgos disergonómicos identificados mediante el método REBA.
- Desarrollar e implementar las medidas de control para reducir el riesgo disergonómico a los que están expuestos los soldadores del área de soldeo en línea.
- Determinar los resultados de las medidas de control aplicadas.

## **1.3. Hipótesis**

Dado que existen riesgos disergonómicos en el proceso de soldadura de tuberías metálicas de 24” en una empresa minera, es probable que mediante la implementación de medidas de control disminuyan los mismos.

## **1.4. Justificación e importancia**

**1.4.1. Social.** Esta investigación es importante porque evidenciará la responsabilidad de la organización hacia el bienestar de los soldadores.

Al aplicar las medidas de control se podría reducir la exposición a los riesgos disergonómicos en la que se encontrarían los soldadores en el centro laboral, esto beneficiaría de muchas maneras a los trabajadores, siendo las más importantes: la salud de los mismos y su desempeño laboral, elevando la sensación de bienestar dentro de la empresa. Una imagen relacionada se muestra hacia el exterior con sus Stakeholders, siendo socialmente responsable al preocuparse por el bienestar de sus trabajadores. Esto aumentaría la confianza y respaldo de sus colaboradores y posibles clientes.

**1.4.2. Legal.** Esta investigación es importante porque permite cumplir con la normativa nacional en relacionada con la SST.<sup>1</sup>

Esta investigación se afirma en base a las normas y reglamentaciones que están dirigidas para proteger la salud de los trabajadores, pues en cada puesto de trabajo, ya sea constante o itinerante, están expuestos a los riesgos disergonómicos en el desarrollo de sus actividades asignadas. Asimismo, el no dar cumplimiento a las normas referidas, conllevaría a otorgársele sanciones, multas, cierre de la empresa y otras formas de perjudicar a la organización. Por ello, la organización en cumplimiento a los requisitos legales debe cumplir con la Ley N° 29783 Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, el D.S. 005-2012-TR Reglamento de la Ley N° 29783, la R.M. N° 375-2008-TR y el D.S. 024-2016-EM Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería

**1.4.3. Económico.** Esta investigación es importante porque propiciará el aumento de la producción y reducción de gastos.

---

<sup>1</sup> SST: Seguridad y Salud en el Trabajo

Al aplicarse medidas preventivas y correctivas buscando la mejora de las condiciones laborales, los trabajadores ya no podrán ausentarse de su puesto laboral o ya no podrían disminuir en su rendimiento laboral por cuestiones de salud, cansancio, fatiga, trastornos en los músculos o partes óseas derivados de las tareas de soldeo. Esto se verá reflejado en mejoras económicas para la empresa, ahorrando en costos innecesarios por enfermedades o accidentes relacionados con el trabajo.

## **1.5. Alcances y limitaciones**

### **1.5.1. Alcance**

La presente investigación se ha desarrollado en las instalaciones de una empresa del sector minero, que desempeña actividades de metalmecánica minera, específicamente el proceso de soldadura de tuberías metálicas de 24”.

### **1.5.2. Limitaciones**

Se han tenido los siguientes limitantes:

- El tiempo limitado para la realización de las sesiones que comprende el programa, puesto que las actividades laborales se desarrollan en horarios rotativos, lo cual no permite analizar los riesgos disergonómicos en los soldadores de manera óptima.
- El acceso a la información de salud y otra de los trabajadores para identificar condiciones preexistentes u otras, se nos fue restringida conociendo solamente algunas características del puesto laboral.
- Limitado compromiso de la empresa para la adopción de medidas de control rígidas para la reducción del riesgo ergonómico en las labores de soldadura de tuberías metálicas de 24”.

- Las medidas de control debían estar en concordancia al trabajo en campo en su mayoría, pues todas las actividades de soldadura de tuberías de 24” se desarrollaron en campo abierto con suelo terroso irregular.

## **CAPÍTULO 2**

### **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

#### **2.1. Marco Teórico**

##### **2.1.1. Soldadura**

Para que se dé la soldadura es necesario un material que se derrita o funda para formar una unión rígida. [6] Al realizarse la soldadura las partes se unen con firmeza, usualmente con abrazaderas o sujetadores. [7, p. 454]. Soldadura, es el proceso de unir partes mediante diversos métodos.

##### **2.1.1.1. Soldadura con arco eléctrico**

Proceso de soldadura donde se requiere de un espacio pequeño entre los electrodos, el que puede ser la pieza de trabajo. [6] El calor intenso se obtiene del arco eléctrico que se forma entre los electrodos.

- **Soldadura SMAW** (Shielded Metal Arc Welding)

La soldadura por arco metálico es un proceso de soldadura en el que “interviene el metal base y un electrodo revestido alcanzando temperaturas que bordean los 4000 °C” [8]. Un electrodo (barra)

o varilla de soldadura es sujeta con unas pizas y se consume durante el proceso.

#### **2.1.1.2. Material de aporte**

Es un material que al entrar en contacto con altas temperaturas se derrite, formando gotas que se depositan sobre el fragmento, en un charco de soldadura el cual rellena los espacios de soldadura y junta las piezas en lo que se llama junta de soldadura. [8, p. 15]

#### **2.1.1.3. Fundente**

El término fundente se refiere a un compuesto químico que se combina con impurezas y oxígeno evitando la oxidación dañina de los metales calientes. [6, p. 419] Se combina con impurezas en estado de fusión y el líquido resultante recibe el nombre de escoria.

#### **2.1.1.4. Cable de electrodo y cable de masa**

Este elemento es un accesorio de importancia en el proceso de soldadura. Para la soldadura y la temperatura, así como los agentes físicos del ambiente de trabajo, deben ser muy resistentes al calor, cortes, abrasión. Su capacidad flexible también debe de ser adecuada.

#### **2.1.1.5. Portaelectrodo**

Son pinzas compactas, que contienen ranuras para dar sujeción al electrodo revestido en procesos de soldadura de arco eléctrico. [8, p. 68]

#### **2.1.1.6. Soldador**

Persona, individuo que efectúa las labores de soldadura en cualquiera de las maneras, tipos de soldadura, haciendo uso de los equipos, materiales, herramientas entre otros aditamentos necesarios para realizar la acción de soldeo. [8, p. 68]

#### **2.1.1.7. Trabajo en caliente**

Es donde se involucra llama abierta, la cual es producida por trabajos en soldadura, chispas de corte, esmerilado, entre otros, lo que representa una fuente de ignición para materiales inflamables o en áreas donde existe riesgo de incendio. [9]

#### **2.1.1.8. Equipos de protección personal (EPPs)**

Son dispositivos, materiales e indumentaria personal cuyo destino es proteger al trabajador de los riesgos que hay en el centro laboral y que representen amenazas para su seguridad y salud. Los EPPs constituyen una medida transitoria y/o como complemento a las medidas preventivas colectivas, como son también los controles de seguridad (eliminar, sustituir, control de ingeniería, controles administrativos). Con relación a los EPPs, éstos deben de corresponder a las medidas antropométricas de los trabajadores. [10]

### **2.1.2. Ergonomía**

El término Ergonomía viene del griego *ergon* (ἔργον) que significa “trabajo” y *nomos* que significa “ciencia o estudio de” [11, p. 34], [12], entonces Ergonomía es el estudio del trabajo o ciencia que estudia el trabajo.

Según la EIA<sup>2</sup> es la disciplina científica que se refiere a las interacciones que existan entre el individuo y los elementos que forman parte de un sistema, y a su vez, como la profesión que emplea teoría, principios, datos y métodos de diseño con el fin de acrecentar el bienestar humano y toda función del sistema. [13, p. 19] [14].

---

<sup>2</sup> EIA: Asociación Internacional de Ergonomía

Para la AEE<sup>3</sup>, es la agrupación de conocimientos multidisciplinarios usados para adecuar los entornos, sistemas y productos inertes a las carencias, restricciones, y características de quienes la usan, elevando la eficacia, seguridad y el bienestar de los mismos. [15]

Ciencia denominada ingeniería humana, cuyo objetivo es mejorar la interacción entre los ambientes laborales, máquinas y el trabajador, para adecuar el puesto, el ambiente laboral y organización del trabajo a sus capacidades y limitaciones. [16], [10], [9]

Los objetivos de la Ergonomía son:

- Seleccionar la más adecuada tecnología a los trabajadores.
- Tener control del entorno laboral.
- Detectar los posibles riesgos que generarían fatiga física y mental.
- Realizar análisis de los puestos de trabajo con el fin de desarrollar los objetivos formativos.
- Acrecentar y mejorar la interrelación entre la tecnología y sus usuarios.
- Fomentar la disposición de los trabajadores hacia las tareas y su ambiente laboral. [17].

#### **2.1.2.1. Métodos ergonómicos**

La plataforma de Ergonautas perteneciente a la Universidad Politécnica de Valencia en España, a través de su página en internet: <https://www.ergonautas.upv> ha realizado una recopilación de métodos ergonómicos, los que se muestran en las siguientes tablas:

---

<sup>3</sup> AEE: Asociación Española de Ergonomía



TABLA I  
MÉTODOS ERGONÓMICOS

<b>Métodos ergonómicos</b>				
<b>Área de estudio</b>	<b>FUERZAS Y BIOMECÁNICA</b>		<b>REPETITIVIDAD</b>	
<b>Nombre</b>	Fuerzas aplicadas	Análisis biomecánico	OCRA	JSI
<b>Instrumento</b>	Fuerzas – EN1005-3	Bio – Mec	OCRA Checklist	Método JSI
<b>Evalúa</b>	Evalúa el riesgo derivado de ejercer fuerzas basándose en la capacidad de los trabajadores siguiendo el procedimiento de cálculo establecido en la norma EN 1005-3	Realiza evaluaciones biomecánicas de esfuerzos coplanares a partir de la postura adoptada, la carga y la frecuencia y duración de los esfuerzos. Permite conocer el riesgo de sobrecarga por articulación, la carga máxima recomendable y la estabilidad de la postura.	Permite la evaluación rápida del riesgo asociado a movimientos repetitivos de los miembros superiores.	Evalúa riesgos relacionados con las extremidades superiores. A partir de datos semi cuantitativos.
<b>Área de aplicación</b>	<b>CARGA POSTURAL</b>			
<b>Nombre</b>	RULA	REBA	OWAS	EPR
<b>Instrumento</b>	Método RULA	Método REBA	Método OWAS	Método EPR
<b>Evalúa</b>	Permite evaluar la exposición de los trabajadores a riesgos debidos al mantenimiento de posturas inadecuadas que pueden ocasionar trastornos en los miembros superiores del cuerpo.	Evalúa la exposición de los trabajadores a factores de riesgo que pueden ocasionar desordenes traumáticos acumulativos debido a la carga postural dinámica y estática.	Destinado al análisis ergonómico de la carga postural.	Permite valorar de manera global la carga postural del trabajador a lo largo de la jornada. Considerado un examen preliminar.

FUENTE: Ergonautas [18], [19], [20], [21], [22], [23], [24], [25]

TABLA II  
MÉTODOS ERGONÓMICOS (CONTINUACIÓN)

<b>Métodos ergonómicos (continuación)</b>			
<b>Área de aplicación</b>	<b>EVALUACIÓN GLOBAL</b>		<b>AMBIENTE TÉRMICO</b>
<b>Nombre</b>	<b>LCE</b>	<b>LEST</b>	<b>FANGER</b>
<b>Instrumento</b>	Check list	Método LEST	Método FANGER
<b>Evalúa</b>	Aplicación de principios ergonómicos básicos (128) intervenciones ergonómicas sencillas	Evalúa las condiciones de trabajo, en su vertiente física, carga mental y aspectos psicosociales	Permite estimar la sensación térmica global de los presentes en un ambiente térmico determinado. A través del (PMV) Voto Medio estimado y el (PPD) Porcentaje de Personas Insatisfechas.

FUENTE: Ergonautas [26], [27], [28]

TABLA III  
MÉTODOS ERGONÓMICOS (CONTINUACIÓN)

<b>Métodos ergonómicos (continuación)</b>						
<b>Área de aplicación</b>	<b>UTILIDADES</b>					
<b>Nombre</b>	<b>FRI</b>	<b>MET</b>	<b>AIS</b>	<b>LSC</b>	<b>PSC</b>	<b>RULER</b>
<b>Instrumento</b>	Valoración de la carga física	Estimación del metabolismo	Aislamiento térmico de la ropa	Longitud de los segmentos corporales	Peso de los segmentos corporales	Ángulos entre segmentos corporales
<b>Evalúa</b>	Permite estimar la penosidad de la tarea por medio de la frecuencia cardiaca	Permite estimar la tasa metabólica (metabolismo energético) empleada en las tareas.	Permite estimar el aislamiento de la ropa habitual y de trabajo.	Permite estimar la longitud de los miembros corporales partiendo de la estatura	Permite estimar el peso de los miembros corporales a partir del peso del individuo	Permite medir los ángulos entre los diferentes miembros del cuerpo sobre imágenes.

FUENTE: Ergonautas [29], [30], [31], [32], [33], [34]

De los métodos ergonómicos expuestos, se han seleccionado los métodos ergonómicos relacionados con la carga postural. A continuación se expone las características de cada uno de ellos:

TABLA IV  
CARACTERÍSTICAS DE LOS MÉTODOS ERGONÓMICOS DE CARGA POSTURAL

<b>MÉTODOS ERGONÓMICOS DE CARGA POSTURAL</b>				
<b>Método</b>	<b>EPR</b> Evaluación Postural Rápida	<b>REBA</b> Evaluación de Posturas Forzadas	<b>RULA</b> Evaluación de la carga postural	<b>OWAS</b> Ovako Working Analysis System
<b>Características del método</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No evalúa posturas concretas</li> <li>- Realiza una valoración global</li> <li>- Primera y somera valoración de las posturas adoptadas por el trabajador a lo largo de la jornada.</li> <li>- Si un estudio EPR proporciona un nivel de carga estática elevado el evaluador debería realizar un estudio más profundo del puesto mediante métodos de evaluación postural más específicos como RULA, OWAS o REBA.</li> <li>- EPR emplea el sistema de valoración de la carga estática del método LEST</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evalúa posturas individuales o por conjuntos de posturas.</li> <li>- REBA = Valoración Rápida del cuerpo completo</li> <li>- Valora el grado de exposición del trabajador al riesgo por la adopción de posturas inadecuadas</li> <li>- Evalúa dos grupos corporales: A y B.</li> <li>- Método sensible a los riesgos muscular esqueléticos.</li> <li>- Método observacional de las posturas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evalúa posturas individuales</li> <li>- RULA = Valoración rápida de los miembros superiores</li> <li>- Valora el grado de exposición del trabajador al riesgo por la adopción de posturas inadecuadas</li> <li>- Evalúa dos grupos corporales: A y B</li> <li>- Método observacional de las posturas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Valora en forma global las posturas forzadas.</li> <li>- Proporciona valoraciones menos precisas que REBA o RULA.</li> <li>- Método observacional de las posturas.</li> </ul>

FUENTE: Ergonautas [22], [23], [24], [25]

TABLA V

POSTURAS O ÁNGULOS CORPORALES DE LOS MÉTODOS DE CARGA POSTURAL

MÉTODOS ERGONÓMICOS DE CARGA POSTURAL				
Método	EPR Evaluación Postural Rápida	REBA Evaluación de Posturas Forzadas	RULA Evaluación de la carga postural	OWAS Ovako Working Analysis System
Posturas o ángulos corporales evaluadas	Sentado normal.	Tronco	Tronco	Espalda derecha
	Sentado inclinado	Cuello	Cuello	Espalda doblada
	Sentado Brazos por encima de los hombros	Piernas	Piernas	Espalda con giro
	De pie normal	Brazo	Brazo	Espalda doblada con giro
	De pie Brazos en extensión frontal	Antebrazo	Antebrazo	Los dos brazos bajos
	De pie Brazos por encima de los hombros	Muñeca	muñecas	Un brazo bajo y el otro elevado
	De pie inclinado	Carga o fuerza aplicada	Carga o fuerza ejercida	Los dos brazos elevados
	De pie muy inclinado	Calidad de agarre		Sentado
	Arrodillado normal	Repetitividad de movimientos	Repetitividad de movimientos	De pie con las dos piernas rectas
	Arrodillado inclinado	Cambios de postura importantes		De pie con una pierna recta y la otra flexionada
	Arrodillado Brazos sobre los hombros			De pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso equilibrado entre ambas
	Tumbado Brazos sobre los hombros	Posturas estáticas	Posturas estáticas	De pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso desequilibrado
	Agachado normal	Posturas inestables	Frecuencia de posturas	Arrodillado
	Agachado			Andando
	Brazos sobre los hombros			Carga y fuerzas soportadas

FUENTE: Ergonautas [22], [23], [24], [25]

TABLA VI  
VALORACIÓN DE MÉTODOS ERGONÓMICOS DE CARGA POSTURAL

MÉTODOS ERGONÓMICOS DE CARGA POSTURAL													
Método	EPR Evaluación Postural Rápida			REBA Evaluación de Posturas Forzadas				RULA Evaluación de la carga postural			OWAS Ovako Working Analysis System		
Cálculo del riesgo	Puntuación	Nivel	Actuación	Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación	Puntuación	Nivel	Actuación	Categoría de riesgo	Efecto de la postura	Acción requerida
	0, 1 o 2	1	Situación satisfactoria	1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación	1 o 2	1	Riesgo aceptable	1	Postura normal y natural sin efectos dañinos en el SME <sup>4</sup>	No requiere acción
	3, 4 o 5	2	Débiles molestias	2 o 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación	3 o 4	2	Pueden requerirse cambios en la tarea, profundizar en el estudio	2	Postura con posibilidad de causar daño al SME	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano
	6 o 7	3	Molestias medias (Riesgo de fatiga)	4 a 7	2	Medio	Es necesaria la actuación	5 o 6	3	Se requiere el rediseño de la tarea	3	Postura con efectos dañinos sobre el SME	Se requieren acciones correctivas lo antes posible
	8 o 9	4	Molestias fuertes (Fatiga)	8 a 10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes	7	4	Se requieren cambios urgentes en la tarea.	4	La carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el SME	Se requieren tomar acciones correctivas inmediatamente.
	10 o más	5	Nocividad	11 a 15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato						

FUENTE: Ergonautas [22], [23], [24], [25]

<sup>4</sup> SME: Sistema músculo-esquelético

El método que se adapta al proceso de soldadura de tuberías metálicas es el método REBA, Por ello se adoptó en la presente investigación la utilización del método antes mencionado. A continuación, se describen los criterios de su elección:

**Criterios de selección del método REBA:**

- Evalúa posturas individuales o conjuntos de posturas. En el proceso de soldadura de tuberías metálicas se adoptan muchas posturas alrededor del radio de soldeo en la unión de ambas tuberías.
- Evalúa el cuerpo completo (REBA=Valoración Rápida del cuerpo completo)
- Evalúa dos grupos corporales: A (tronco, cuello, piernas) y B (brazo, antebrazo, muñeca) que son secciones del cuerpo que intervienen activamente en el proceso de soldadura de tuberías metálicas de 24" en una empresa minera.
- Es un método especialmente sensible a los riesgos musculo esqueléticos que pueda generar la carga postural.
- Es un método observacional de las posturas adoptadas en las tareas sin intervenir en el proceso productivo.
- Propone evaluar la carga o fuerza aplicada en las tareas.
- Adiciona la calidad de agarre de los materiales en el momento de las posturas adoptadas.
- Incorpora la variable de repetitividad de movimientos.
- Incorpora la evaluación de los cambios de postura en el proceso de soldadura de tuberías metálicas de 24".
- Evalúa las posturas estáticas y las posturas inestables que se adopten en el proceso de soldadura de tuberías metálicas.
- Al realizarse el 100% de actividades operativas (soldadura de tuberías metálicas de 24") en campo, el método se puede aplicar bajo éstas características.

- El proceso a evaluar obedece a las actividades de soldadura de tuberías metálicas (realización de puntos de soldadura y la soldadura propiamente dicha, que abarca el depósito del material en las uniones que se desea juntar) de las tuberías metálicas de 24" a las cuales el método REBA abarca en su evaluación a muchas de ellas.

#### **2.1.2.2. Postura corporal**

Es la posición adoptada por todo el cuerpo o una parte de éste, en relación con la gravedad, las principales son: de pie, acostado, sentado.  
[35, p. 14]

- **Postura inadecuada.**

Posición que se distancia de la postura neutra o fisiológica, ya sea en estado de reposo o en actividad, provocando dolor y cansancio.  
[35, p. 16]

- **Postura inactiva.**

Es aquella posición para el reposo o el sueño y donde se reduce al mínimo toda actividad muscular. [35, p. 15].

- **Postura activa.**

Son aquellas donde se necesita de la participación conjunta de muchos músculos. [35, p. 15].

- **Posturas estáticas.**

Aquí los músculos actúan con poco dinamismo, buscando estabilizar las articulaciones. [35, p. 15]

- **Posturas dinámicas.**

Posición que necesita la interacción de los grupos musculares para constituir la base fundamental para generar movimiento, ajustándose constantemente a las circunstancias como resultado del movimiento. [35, p. 15]

#### **2.1.2.3. Carga física**

Es el agrupamiento de exigencias físicas a los que se somete una persona durante una jornada de trabajo, se refiere a actividades cualquiera donde el funcionamiento que predomina es el mecanismo de tipo físico. [13, p. 29] .

#### **2.1.2.4. Fuerza**

Por algunas condiciones de riesgo que son agregadas a la fuerza, se puede nombrar a:

- **Fuerza estática**

Significa el desempeño de una actividad en una posición desarrollada por un tiempo extendido, donde se combinan fuerza, postura y duración [35, p. 17]

#### **2.1.2.5. Agarre**

Mezcla de una fuerza más una postura, donde interviene la mano con un objeto, junto a una fuerza para manejarlo. [35, p. 18]

- **Agarre bueno:** Agarre donde se puede llevar la carga con asas o agarraderas, también se denomina así a algunos sobre objetos sin contenedor que posibiliten una óptima aprehensión y donde las manos puedan ser bien colocadas alrededor de la carga. [36]. Este tipo de agarre se puede observar en la Fig. 1





Fig. 1 Agarre bueno

FUENTE: Software on line REBA [36]

- **Agarre regular:** Agarre que es posible llevarse sobre contenedores con asas o agarraderas regulares, inadecuadas en tamaño, o cogiendo el objeto flexionando los dedos a 90°. [36]. Este tipo de agarre se exhibe en la Fig. 2.



Fig. 2 Agarre regular

FUENTE: Software on line REBA [36]

- **Agarre malo:** Agarre que es ejecutado sobre contenedores mal diseñados, objetos de gran volumen a granel, irregulares o con salientes, y los ejecutados sin flexionar los dedos sosteniendo el objeto apretando sobre sus costados. [36]. Este tipo de agarre se exhibe en la Fig. 3.



Fig. 3 Agarre malo

FUENTE: Software on line REBA [36]

#### **2.1.2.6. Trabajo muscular**

Es la acción que desarrollan los músculos al realizar alguna acción, este se divide en:

- **Trabajo muscular dinámico**

Trabajo donde los músculos esqueléticos que son usados se contraen y relajan acompasadamente, es allí donde se desarrollan mecanismos fisiológicos. Entre estos procesos fisiológicos se encuentra el incremento de la ventilación pulmonar (respiraciones más profundas), suba de la frecuencia cardiaca y de la presión, se produce el aumento del flujo sanguíneo y del aporte de oxígeno a los músculos que están activos, así como la disminución a los músculos inactivos, se produce la contracción y relajación del musculo esquelético. [37, p. 29].

- **Trabajo muscular estático**

Es el trabajo donde la contracción de los músculos no ejecuta actividades notorias, también se desarrollan mecanismos fisiológicos. Entre los mecanismos fisiológicos se ejecuta la ventilación pulmonar, la frecuencia cardiaca y el gasto cardiaco

permanecen estables, se incrementa la presión en el interior del musculo y la cuota de oxígeno y nutrientes al músculo se obstaculiza produciendo fatiga. [37, p. 29]

#### **2.1.2.7. Trastornos músculo esqueléticos**

Son las deficiencias que se presentan en el organismo del individuo en formaciones óseas y tejidos blandos (músculos, tendones, nervios) [38, p. 14]

#### **2.1.2.8. Repetitividad de movimientos**

Son tareas donde se realizan mismos movimientos repetitivamente, las actividades con elevados niveles de repetición podrían convertirse en fuentes de T.M.E, No obstante las fuerzas requeridas sean mínimas y normalmente seguras [38, p. 17]

#### **2.1.2.9. Lesiones músculo esqueléticas**

Lesiones que afectan el aparato musculo esquelético y pueden provocar enfermedades profesionales u ocupacionales en trabajadores asociados a sobreesfuerzos o fatiga tendinosa. En la TABLA VII se muestra algunas de las lesiones por esfuerzos repetitivos.

TABLA VII  
LESIONES POR ESFUERZOS REPETITIVOS

<b>Causas frecuentes</b>	<b>Síntomas</b>	<b>Lesiones</b>
Arrodillarse. Compresión en codos. Movimientos repetitivos en los hombros	Dolor e hinchazón en el área de la inflamación	Bursitis. Inflamación de las vainas tendinosas o articulaciones
Movimiento repetitivo de la mano	Pequeño endurecimiento indoloro	Ganglión. Quiste de un tendón, en general en las articulaciones de la mano.
Movimientos repetitivos inusuales pero no agotadores	Dolor, hinchazón, dolor extremo, sensibilidad, limitación de movimientos	Tenosinovitis. Inflamación de un tendón o de este y su vaina
Sobre carga de la columna o de las otras articulaciones	Rigidez y dolor en la columna, espalda, etc.	Osteoartritis. Lesión infamatoria que genera cicatrización articular y crecimiento de partes óseas.
Uso de herramientas como martillo o palas	Dolor e hinchazón de las palmas	Celulitis. Inflamación de la palma por contusiones repetidas
Movimientos repetitivos	Dolor, hinchazón, enrojecimiento	Tendinitis. Inflamación de un tendón. Dificultad de movimientos
Trabajo repetitivo con la muñeca doblada	Hormigueo, dolor y entumecimiento de los dedos, especialmente por la noche	Síndrome del túnel carpiano. Presión de los nervios que pasan por la muñeca
Trabajo repetitivo (carpintería, yeseros, albañilería)	Dolor e hinchazón del codo	Epicondilitis. "Codo de tenista, inflamación del codo.

FUENTE: Modificado a partir de [39]

### 2.1.3. Riesgo disergonómico

El concepto de riesgo disergonómico relacionado con las actividades laborales es aquella formulación matemática de la probabilidad de sufrir un hecho adverso, no deseado, supeditado a factores de riesgo disergonómico [16], entre los eventos no deseados se puede nombrar a los accidentes laborales o enfermedad relacionada con el trabajo.

#### **2.1.4.Método REBA**

Método que evalúa posturas de los trabajadores. REBA<sup>5</sup> es el acrónimo de Rapid Entire Body Assessment [36], cuyo fin es el de dar valor al grado de exposición de la persona al riesgo ante la adopción de posturas no adecuadas en el lugar de trabajo.

Es un método desarrollado en el año 2000 en Nottingham, por Hignett y Mac Atammey buscando evaluar el riesgo de sufrir desórdenes corporales en el trabajo [40, p. 242]. El método REBA busca:

- Desarrollar un sistema de análisis de las posturas para los riesgos osteomusculares para en diferentes actividades.
- Seccionar el cuerpo humano en varias partes siguiendo los planos de movimiento.
- Administrar un método para puntuar la actividad muscular, que es desarrollada al ejecutarse posturas estáticas, posiciones dinámicas, posturas inestables o por cambios violentos de postura.
- Evidenciar la interacción o conexión que exista entre el individuo y la carga.
- Incorporar una variable de agarre para evaluar el MMC.
- Establecer niveles de acción según la puntuación que se obtendrá. [40, pp. 242, 243].

El método REBA establece una división del cuerpo en dos grupos, esta división se muestra en la Fig. 4

---

<sup>5</sup> REBA: Valoración Rápida del Cuerpo Completo



Fig. 4 Grupos de miembros en REBA

FUENTE: Software on line método REBA [36]

### **2.1.5. Medicina del Trabajo**

Agrupamiento de tareas médicas y paramédicas que buscan promover la promoción y mejora de la salud del trabajador, evaluando sus competencias laborales y para colocarlo en un lugar de trabajo acorde a sus condiciones psicobiológicas [41, p. 18]

#### **2.1.5.1. Enfermedad ocupacional**

Lesión orgánica o funcional hecho al trabajador luego de estar expuesto a factores de riesgo disergonómicos inherentes a la actividad [9]

#### **2.1.5.2. Enfermedad profesional**

Estado patológico persistente o temporal que le sucede al trabajador a causa del trabajo que realiza o del ambiente donde trabaja, siendo reconocida por el MINSA. [9]

#### **2.1.6.Seguridad Industrial**

Agrupamiento de normas técnicas, cuyo fin es proteger la vida, salud e integridad física de las personas y la conservación de las instalaciones y equipos en las más óptimas condiciones de productividad [41, p. 19]

#### **2.1.7.Programa de prevención de riesgos disergonómicos**

Es un instrumento de gestión, en donde se establecen estrategias, decisiones para controlar los riesgos disergonómicos que se encuentren identificados en la presente investigación para una empresa del sector minero. En él también se designan responsables junto a las funciones para el cumplimiento del mismo. Se detallan también las normativas a cumplir en relación a los riesgos disergonómicos, en el proceso de soldadura de tuberías metálicas de 24". El fin de este documento es minimizar los riesgos disergonómicos en los trabajadores del área de soldeo en línea.

#### **2.1.8.Marco legal**

La presente investigación ha tenido como marco legal a la siguiente normativa, relacionada con los riesgos disergonómicos, factores de riesgo disergonómico y temas afines.

La Ley N° 29783 Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, en sus principios de Prevención, de Capacitación y de Protección promueven que el empleador brinde condiciones laborales dignas, estableciendo la información pertinente, los medios y condiciones que busquen la protección de la vida, la salud y el bienestar de los trabajadores. [42]

Dicha Ley, en sus artículos 56° y 65° refieren que el empleador debe prever que los agentes físicos, químicos, biológicos, ergonómicos y psicosociales del centro de trabajo al estar expuestos a los trabajadores no puedan generar daño en su salud y en particular en las funciones de procreación de los mismos. [42], [43]

El DECRETO SUPREMO N° 005-2012.TR Reglamento de la Ley N° 29783 Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo en su artículo 33° refiere que el SG-SST debe de tener registros obligatorios, entre ellos el registro de monitoreo de agentes físicos, químicos, biológicos, psicosociales y de los factores de riesgo disergonómico. [10], [43]

Asimismo, éste Reglamento de la Ley N° 29783, en el formato de la notificación de los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, en su sección V determina la especificación del factor de riesgo causante de la misma, entre otros, al factor de riesgo ergonómico. [10]

En el Decreto Supremo N° 024- 2016 EM Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en minería se refiere a los riesgos disergonómicos en las siguientes secciones:

En su artículo 113° se exhibe la responsabilidad de los titulares de la actividad minera tienen que identificar los peligros ergonómicos, evaluando y controlando los riesgos que se asocian a ellos. [9]

Del mismo modo, en el artículo 114° refiere que todo SG-SSO<sup>6</sup> deberá tener en consideración la interacción hombre – máquina – ambiente. En la misma línea, deberá identificar los factores, evaluar y controlar los riesgos disergonómicos, buscando que la zona de trabajo se presente segura, eficiente y cómoda, considerando los equipos, herramientas sobrecarga perceptual y mental, el diseño del ambiente laboral, el MMC<sup>7</sup>, carga limite sugerida, posicionamiento postural, movimientos repetitivos, ciclos laborales – descansos en los puestos laborales. [9]

Dicho reglamento conceptualiza a la enfermedad ocupacional como el daño que se produce tanto orgánico o funcional en el trabajador como resultante de la

---

<sup>6</sup> SG-SSO: Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional

<sup>7</sup> MMC: Manejo manual de cargas



exposición a factores de riesgo disergonómico u otros, inherente a la actividad laboral. [9]

En el artículo 101° señala como parte de la gestión de la Higiene Ocupacional al control de los riesgos que tienen relación con la exposición a agentes físicos, químicos, biológicos y ergonómicos. [9]

En la misma línea, el registro de monitoreo de agentes riesgosos en el trabajo, entre ellos los factores de riesgo disergonómico presenta el monitoreo de la manipulación manual de cargas, sobreesfuerzos, posturas de trabajo, movimiento repetitivo, entre otros. [43]

La Resolución Ministerial N° 375–2008 TR Aprueban la norma básica de Ergonomía y de procedimiento de evaluación de riesgo disergonómico, tiene entre sus objetivos disminuir la incidencia y la severidad de los disturbios musculo esqueléticos, mejorar la calidad de vida en el trabajo, reducir el absentismo laboral incrementar la productividad laboral, involucrar a los trabajadores y establecer un control a los riesgos disergonómicos, por medio de un programa de ergonomía integrado al SG-SST de la empresa. [44]

Como metodología a seguir la Resolución ministerial N° 375-2008 TR ofrece las siguientes pautas a seguir:

- Localizar el área de trabajo
- Determinar los puestos laborales.
- Determinar las tareas más significativas del puesto laboral.
- Identificar y evaluar los riesgos disergonómicos.
- Establecer alternativas de solución
- Implementar y dar seguimiento a las alternativas de solución elegidas. [44]

La misma resolución determina que la elección de los métodos dependerá de las circunstancias específicas que presenta la actividad que se pretende evaluar.

[44]

## **CAPÍTULO 3**

### **ESTADO DEL ARTE**

#### **3.1. Estado del arte**

##### **3.1.1. Internacional**

Esta investigación se planteó como objetivo la reducción del riesgo ergonómico del área de Bodega de la Empresa ANESTALVA S.A, para lo cual se aplicaron las técnicas de la observación y la entrevista. En una muestra de 24 ausentismo por accidentes laborales recolectada de los reportes médicos de la empresa. Obteniendo como conclusiones una mayor incidencia en riesgos disergonómicos con un 26% y una mayor incidencia de riesgo intolerable con un 28%, según la matriz general de riesgos laborales INSHT. Los niveles obtenidos a partir de la aplicación del método REBA en el área de bodega fueron niveles medio, alto y muy alto. [45]

La siguiente investigación planteó como objetivo el evaluar la incidencia de los factores disergonómicos sobre la presencia de TMEs en odontólogos. La población en estudio fue de 8 odontólogos (3 hombres y 5 mujeres) de edades

entre 27 y 62 años. Los instrumentos usados fueron la Norma de identificación y evaluación de factores de riesgo de trastornos músculo esqueléticos relacionados al trabajo (TMERT), el método REBA, el Diagrama de Corlett y Bishop y la escala de Borg. Las conclusiones fueron que los odontólogos están expuestos a riesgos críticos de movimiento repetitivo y carga postural, luego del TMERT. El método REBA, ratifica que todos los odontólogos necesitan medidas para reducir la carga excesiva del sistema musculo esquelético y el riesgo de lesiones en los trabajadores. Las zonas de dolencia con mayor énfasis fueron el cuello, la región dorsal alta y la muñeca izquierda. La percepción de esfuerzo personal determinó que las zonas de mayor esfuerzo son el cuello y la muñeca izquierda. Mientras mayor sea la edad, mayor será la susceptibilidad a sufrir TMEs. [46]

La investigación presente se planteó como objetivo el análisis de los puestos disergonómicos y cómo influyen en los dolores músculo esqueléticos en el área de aparato de la empresa Calzado GAMO'S. Para una muestra de 13 trabajadores del área de aparato (costura, corte, rayado, corte, remachado, sellado y ayudante de mesa). Las variables fueron los puestos disergonómicos (V.I.), dolores musculo esqueléticos (V.D.) y la actividad física, actividad recreativa, actividad doméstica y el consumo de cigarrillo (V. Interviniente). Teniendo como instrumentos de recolección de información al cuestionario Nórdico y la matriz de riesgo de la empresa. Obteniendo como resultados revelar la presencia de riesgos altos en el área de aparato (5 riesgos altos, 11 riesgos medios y 5 riesgos bajos, de un total de 21 riesgos identificados. Por la matriz de riesgos se obtuvieron para movimientos repetitivos 14 actividades de riesgo no aceptable, para manipulación de carga 2 actividades y para manipulación manual de carga nivel alto 2 actividades. El método nórdico determinó que si

existen dolencias musculoesqueléticas en los trabajadores del área de armado, siendo la parte anatómica que presenta más molestia el cuello y la parte dorsal de la columna y las manos. [47]

### **3.1.2.Nacional**

En este estudio se planteó como objetivo la realización de un diagnóstico que se basó en la identificación de los factores de riesgo disergonómicos a los que son expuestos los docentes de la Facultad de Ingeniería de la USAT. Aplicada a una muestra de 35 docentes que dictan cátedra a tiempo completo. Se usaron el análisis, las entrevistas y la observación como técnicas de investigación, para procesar los datos se hizo uso del software Microsoft Excel versión 2015 y los instrumentos utilizados fueron el método REBA, listas de verificación y el cuestionario CORNELL. Entre las conclusiones a las que se arribaron se descubrió que la distribución de oficinas y aulas ocasionan problemas disergonómicos, y otros como los riesgos higiénicos, biológicos, químicos y físicos. La duración estimada de la implementación del Programa sugerido es de cinco años, siendo el costo de esta de S/112 600,00. La conclusión principal es que mediante la propuesta de implementación de un programa de SST basado en el análisis de los riesgos disergonómicos en la empresa, se podrá garantizar condiciones de seguridad para los docentes [41].

Esta investigación tuvo como objetivo principal proponer un modelo ergonómico de trabajo para reducir al mínimo el riesgo a las lesiones y enfermedades ocupacionales en la empresa Metarquel S.A.C. esta investigación se aplicó para una muestra de 13 trabajadores de la Planta metalmecánica. Se aplicaron el método OWAS, el método RULA, el método REBA, tabulados según su software y Microsoft Excel. Las conclusiones a las que se arribaron fueron que se consiguen mejoras en las condiciones laborales tras implementar un programa

ergonómico, así como contribuir al incremento de la rentabilidad. El método REBA resultó ser el mejor método para aplicar los controles o pautas de trabajo por puesto laboral. En los puestos más críticos se propone la aplicación de herramientas para mejorar la calidad del trabajo. [48]

La presente investigación tuvo como objetivo la determinación de la influencia de los riesgos disergonómicos que perjudican a los operarios de estiba, ocasionando baja productividad en la empresa. La información se acopió por medio de encuestas. Los instrumentos usados fueron el cronómetro, cinta métrica, cámara fotográfica y el método REBA, bajo la técnica de la observación. Las conclusiones principales causas fueron las posturas forzadas, el 64% de los operarios presentaron molestias, siendo 55% operarios de estiba, este grupo tuvo como resultado un nivel de riesgo muy alto. Los puestos de trabajo donde trabajan los 3 maquinistas del área de producción mostraron un nivel de riesgo alto y medio. La propuesta a aplicar, en especial para reducir los factores de riesgo disergonómicos en el personal operario de estiba aumentará la productividad laboral y de mano de obra en un 20%. La evaluación económica de la propuesta resulta favorable, rentable y factible, por cada sol invertido se ganarían S/ 6.75 soles. [49]

La investigación presente se planteó como objetivo fue la identificación de factores de riesgo disergonómicos a los que están expuestos los trabajadores de área de Recaudación Sur de la empresa R.D.L S.A.C 2017. Aplicándose el cuestionario de riesgos ergonómicos R.D.L. Se aplicó el estudio para una muestra de 81 trabajadores del área de recaudación Sur (71 recaudadores, 9 controladores de vía y 1 responsable del área). Las conclusiones a las que arribo fueron que los riesgos disergonómicos en los trabajadores del área de recaudación sur de la empresa R.D.L, están relacionados con los tipos de riesgo

existentes que influyen en su jornada laboral, a través de las funciones que el recaudador realiza. El síntoma derivado del esfuerzo de trabajo que más predomina es el dolor de muñeca con un 47%, debido que al ser una de sus funciones principales el recaudo de dinero, le exige que muchas veces realicen movimientos con la muñeca. El riesgo disergonómico que más predomina son los movimientos repetitivos que el trabajador realizar dentro de su jornada laboral, con un 65%. El 63% no está muy satisfecho con la información que le brinda la empresa para prevenir riesgos ergonómicos a los que está expuesto durante su jornada laboral y el 59%, de la población investigada, desconoce información acerca de la norma ergonómica vigente en nuestro país. [50]

Esta investigación tuvo como objetivo la evaluación ergonómica de las actividades del fraccionamiento de alimentos en el área de almacén Programa Social – La Libertad. Para una muestra de 35 empleados que laboran en el almacén. Se aplicaron los instrumentos JSI, OWAS y REBA. Los resultados del test JSI mostraron que la tarea de selección y acondicionamiento, pesado, envasado, sellado y distribución son inseguras, con un porcentaje de duración del esfuerzo 66,67%, 75%, 33,33%, 33,33% y 75% respectivamente. Los resultados del test OWAS mostraron que fueron 9 posturas diversas las adoptadas por los trabajadores, el 50% de estas alcanzó la categoría 4. Los resultados del test REBA mostraron que en la tarea de selección y acondicionamiento el riesgo es muy alto lo que significa que es necesaria la actuación inmediata, para las tareas de pesado y envasado coinciden. Para las tareas de sellado y distribución se mostraron resultados con un nivel de riesgo alto y lo que significa que es necesaria la actuación cuando antes. [51].

Esta investigación planteó buscó la realización de un análisis, evaluación y control de riesgos disergonómicos, evaluados en los puestos más críticos que

se encontraron al realizar una reparación básica de motor eléctrico. La metodología utilizada fue el método REBA, y luego el método OWAS para los puestos en planta. Las conclusiones a las que se arribaron fueron que el brindar a los trabajadores seguridad y salud dentro de las instalaciones de la empresa en general, contribuye en la reducción de patologías musculo esqueléticas que devendría en el ahorro de miles de soles de manera anual. Toda actividad que efectúa el trabajador está sujeta a peligros y riesgos, que pueden afectar su integridad física o mental, afectando su productividad. El conocer el puesto de trabajo es primordial, así como los factores externos que lo aquejan, pues de esta manera se podrían identificar los peligros y riesgos a los que estarían expuestos los trabajadores. Al ser identificados estos peligros y riesgos, se podrían plantear medidas de prevención de riesgos disergonómicos. La evaluación económica de la propuesta indica que es viable económicamente.

[52]

La actual investigación planteó como objetivo principal el determinar el nivel de riesgo ergonómico en los estibadores de la empresa servicios generales FAMTRU S.A.C Cercado de Lima, 2017. Se estableció una población de 40 estibadores que laboran en la empresa. Aplicando la técnica del análisis documental y la observación directa y por instrumento la hoja del método REBA para estimar el riesgos disergonómico. El tratamiento de los datos se realizó a través del programa estadístico SPSS versión 22. Las conclusiones a las que arribo Yupanqui, fueron que los estibadores tienen un nivel de riesgo muy alto. Luego del análisis, para el grupo A: cuello, pierna, tronco y carga/fuerza, los estibadores tienen un nivel de riesgo ergonómico alto. Para el grupo B: brazo, antebrazo, muñeca y agarre, los estibadores tienen un nivel de riesgo medio.

[53]



Este estudio planteó como fin el desarrollar un estudio ergonómico del trabajador del puerto que ayude al aumento de la productividad en desembarque de mercancías metálicas en la empresa Siderúrgica del Perú S.A.A. de la ciudad de Chimbote, 2016. En una muestra de 95 trabajadores (estibadores, de operaciones y seguridad Marlyons, de logística, operaciones portuarias, almacén fierro y de distribución Chimbote). Se usaron la técnica de la observación directa para observar la secuencia de los procesos, la encuesta y el análisis documental. Los instrumentos fueron la hoja de campo del método REBA, cuestionario sociodemográfico, el software Ergo/IBV, el complemento XLSTAT 2017. Las variables de estudio fueron el estudio ergonómico (V.I.) y la productividad (V.D.). Dentro de las conclusiones tenemos el incremento de la productividad en un 12% en el desembarque de productos metálicos. La aplicación del método REBA en el mes de diciembre del 2016 arrojó resultados de puntuaciones en 14, 13, 11, 12, 12, 12 lo que significa riesgo muy alto, en un nivel de acción necesaria de “ahora” y en los resultados del mes de marzo del 2017 con puntuaciones de 7, 7, 6, donde el nivel de riesgo es medio con un nivel de acción “necesario” y una puntuación de ocho, para un nivel de riesgo alto y nivel de acción “necesario pronto” [54].

En esta investigación se planteó como objetivo el identificar el nivel de conocimientos sobre MMC en los estibadores y el nivel de riesgo ergonómico al que están expuestos en la fábrica de alimentos balanceados Cogorno S.A en Ventanilla, 2018. Aplicado a una muestra de 192 trabajadores que sepan leer y escribir, con edades entre 18 y 65 años que realicen las tareas de estiba. Se usaron el método REBA con su hoja de campo y un cuestionario de conocimientos sobre manipulación manual de cargas. Las variables que presentaron fueron el riesgo ergonómico y los conocimientos sobre manipulación

manual de cargas. No se elaboraron conclusiones ya que el estudio quedo en propuesta. [55]

En esta investigación se pretendió determinar la asociación entre el riesgo de LME basado en posturas forzadas y los síntomas músculo esqueléticos en trabajadores de 20 a 50 años del área de limpieza pública de dos municipalidades de Lima norte: Independencia y Los Olivos. Para ello se definió una muestra de estudio que consistía en 162 trabajadores (66 en la municipalidad de Independencia y 96 en la municipalidad de Los Olivos), la cual estaba distribuida entre los 20 y 50 años. Los instrumentos usados fueron el método REBA en registros fotográficos y videos y en el mismo software REBA, el cuestionario Nórdico. Las variables fueron los síntomas músculo esqueléticos, riesgos de lesiones músculo esqueléticas basados en posturas forzadas, rango de edad, sexo, manipulación manual de cargas, distrito de procedencia y el cambio de puesto de trabajo. Dentro de las conclusiones a las que llegaron tenemos que el personal de limpieza del sexo femenino tienen mayor predisposición de padecer síntomas musculo esqueléticos. El personal de limpieza según los resultados del cuestionario Nórdico indicó que los síntomas músculo esqueléticos son provocados por la actividad laboral. Se obtuvieron niveles alto y muy alto que representaron un 78,08% de personas que presentaron molestias en la última semana. La edad avanzada de los trabajadores significa un riesgo para la presencia de síntomas músculo esqueléticos, aumentando estos con la edad. A partir del análisis con el método REBA, el 91,36% presenta una postura inadecuada al realizar su jornada de trabajo, donde evidencio un nivel de riesgo alto y muy alto. [56]

### 3.1.3.Local

En ésta investigación se estableció como objetivo general el poder identificar la existencia de riesgos disergonómicos en las tareas que ejecutan los trabajadores en la desinstalación e instalación de neumáticos gigantes, en un taller de enllante. Se aplicaron el método REBA y el método OCRA, para una muestra de 14 trabajadores. En los resultados obtenidos respectos al método REBA muestran la valoración de 15, Nivel de Acción 4, nivel de riesgo “Muy Alto” indicando una acción inmediata, con ello gestionar la protección y prevención de enfermedades ocupacionales por T.M.E. [57].

En este estudio se planteó como objetivo el diseñar un Programa de control de fatiga para disminuir los accidentes en los conductores de la operación concentrado de la empresa de transportes “Servosa Cargo SAC”. Teniendo una muestra de 20 conductores de transporte de concentrado de mineral. Contando con una sola variable la que fue fatiga laboral. Se aplicó el instrumento tipo cuestionario estructurado para la extracción de la información. Se obtuvieron las siguientes conclusiones: no se realiza en la empresa ningún control de fatiga ni chequeo diario de las condiciones físicas del personal de conducción de vehículos. La calidad de sueño de los choferes no cubre con las condiciones de sueño saludables necesarios. La evaluación de riesgos realizada diariamente no contempla las condicione físicas de los colaboradores. Los conductores no tienen una adecuada capacitación para aumentar los niveles de conocimiento que permita mejorar las condiciones de descanso. [58]

En el presente estudio se planteó como objetivo el Medir la reducción del esfuerzo físico y optimizar las posturas ergonómicas de los trabajadores Mecánicos. Estableciéndose una muestra de 29 mecánicos. Las variables plateadas fueron el esfuerzo físico y las posturas ergonómicas. Para ello se

aplicaron el método GINSHT y el método OWAS. No se arribaron a conclusiones puesto que solo fue una propuesta. [59]

En el presente estudio se planteó como objetivos el determinar el nivel de riesgo., y el nivel de acción o actuación según el método REBA en alumnos de quinto año, de la Clínica Odontológica de la U.C.S.M. aplicándose la técnica observacional descriptiva, con un instrumento denominado ficha de observación que evalúa el método REBA. Obteniéndose como conclusiones que de los 45 alumnos del quinto año de la clínica odontológica UCSM el 82.6% se encuentra en riesgo medio para los que es necesaria la actuación para prevenir la generación de TMEs. No se han obtenido resultados de una acción posterior, pues no se aplicaron medidas preventivas para poder reducir los niveles de las puntuaciones finales y de los niveles de acción necesaria para los TMEs. [60]

En el presente estudio se planteó poder aplicar métodos ergonómicos en el terminal pesquero para las actividades de descarga, manipulación, helado y venta de pescado grande - pequeño. Entre los métodos ergonómicos usados se tiene al JSI, REBA) y el método OWAS. Las conclusiones a las que se llegaron fue que la tarea con mayor nivel de riesgo fue el halado de pescado, en la evaluación REBA fue un nivel de riesgo muy alto (igual a 11) para el halado de pescado pequeño y REBA igual a 12 para el halado de pescado grande. Y la actividad con menor nivel de riesgo fue la venta de pescado. Tras la aplicación de las medidas de control el riesgo se disminuyó desde el nivel de riesgo puro de 9 hasta 4. [61]

En el presente estudio se planteó como objetivo el poder estimar el nivel de riesgo de las posiciones de trabajo adoptadas por los estudiantes durante su adiestramiento en la clínica odontológica de la Universidad José Carlos

Mariátegui, para ello se realizó un estudio descriptivo, prospectivo y de corte transversal para una muestra de estudiantes que se rigieron por los criterios de inclusión y exclusión. Se aplicó el método REBA para la evaluación de las posturas que adoptan los estudiantes. Se obtuvieron las siguientes conclusiones: en ambos géneros se presentó el nivel de riesgo medio con más del 50% de su población, el género masculino, 64.70% mientras que el femenino, 53.57%. En relación al ciclo académico prevalece el nivel de riesgo medio pertenece al séptimo ciclo, 77.77%, por otro lado, en los alumnos de noveno ciclo prevalece el nivel de riesgo alto, 72.22%. Para ambos ciclos prevalece el nivel de riesgo medio 77.77% y alto 72.22%, respecto al tipo de paciente, prevalece el nivel de riesgo alto 71.22%, en la atención del paciente pediátrico. [62]

En el presente estudio se planteó como objetivo principal el poder implementar el sistema ergonómico para lograr mejor desempeño laboral de los colaboradores en las empresas del rubro de impresiones digitales, en la ciudad de Chimbote. Se aplicaron las técnicas de la observación y la recopilación de información y como instrumentos una lista de verificación inicia, matriz IPER y la evolución rápida de todo el cuerpo (REBA), en una población menor a 100 empresas del rubro. Este estudio tuvo como variables el sistema ergonómico y el desempeño laboral. Las conclusiones a las que arribó el autor relacionadas con el método REBA fueron que permitió obtener como puntuación: operaciones (5, 6, 7 y 8), (1, 3, 4 y 9) y 2 representan un nivel alto, medio y bajo respectivamente. No se han registrado reducciones de los niveles identificados pues no se aplicó alguna propuesta para dicha disminución. [63]

#### **3.1.4. Habla inglesa**

En el presente estudio: "Ergonomic Evaluation of Work Conditions in Qazvin Dentists and its Association with Musculoskeletal Disorders Using REBA Method"

se evaluó a una muestra de 63 dentistas con un objetivo principal de evaluar las condiciones ergonómicas en la estación de trabajo dental en una facultad de estudio universitario, haciendo uso del método REBA, buscando la relación entre las puntuaciones del método REBA y los TMEs, adicionalmente se usó el cuestionario Nórdico como instrumento para verificar la incidencia de los TMEs. Los datos se han procesado a través de pruebas de regresión y ji cuadrado determinándose un nivel de significancia donde  $P < 0,05$ . Las conclusiones obtenidas muestran que el 30,2% de los puntajes REBA finales tienen un nivel de riesgo muy alto y un 51,7% nivel de riesgo alto, lo que indica que se necesita medidas correctivas esenciales y correctivas urgentes, respectivamente. 2% de los participantes obtuvieron de 11 a 15 puntuaciones (nivel de riesgo muy alto). Para el método REBA y con relación al cuestionario nórdico, se muestra como resultado más alto significando un T.M.E relacionado con la región del cuello con un 50.8%. No se ha aplicado alguna medida de control para reducir los niveles encontrados. [64].

En el presente estudio titulado: "Work precariousness: ergonomic risks to operators of machines adapted for forest harvesting" se planteó evaluar los diversos tipos de máquinas adaptadas para el aprovechamiento mecanizado de bosques, con la intención de cuantificar el grado de cumplimiento de los principios ergonómicos aplicables a estas máquinas, así como los riesgos disergonómicos expuestos a los trabajadores que operan estas máquinas. Se utilizó un Check list para evaluar las condiciones biomecánicas del puesto de trabajo. La evaluación de las posturas de trabajo se realizó mediante el método REBA. A su vez, la clasificación ergonómica fue a través de pautas contenidas en el manual "Directrices ergonómicas para máquinas forestales". Se identificaron también factores del ambiente como el ruido, la temperatura y la

vibración a la que estaban expuestos los operadores de estas máquinas. Los resultados mostraron que todas las máquinas evaluadas tenían estándares ergonómicos inferiores a los indicados en todos los aspectos evaluados, principalmente relacionados con los accesos y dimensiones del lugar de trabajo. Se ha concluido que las máquinas adaptadas para la recolección forestal han mostrado brechas significativas en relación con los aspectos ergonómicos, presentando elevado e inminente riesgo para desarrollar enfermedades ocupacionales en sus operadores. La evaluación de posturas forzadas de los operadores mostró para la máquina N° 01 ante las posturas adoptadas por los trabajadores fue 6, representando un riesgo medio de TME, para las máquinas N° 02 y N° 03 el puntaje REBA fue de 8, lo que indica un alto riesgo de TM, , así como la breve necesidad de acciones para corregir las desviaciones encontradas. [65]

En el presente estudio titulado: “Ergonomic analysis in public markets in Cortazar Guanajuato” se realizó el análisis ergonómico de puestos de mercado donde se utilizaron diversos instrumentos para su evaluación, como son el método LEST, NIOSH y REBA, con el método REBA se evaluaron las tareas de carga, ensamblaje de cajas y acomodo de las mercancías, obteniéndose valoraciones finales de 5 y nivel de actuación de 2 en las tareas de acomodar mercancía y armar estructuras, valoraciones finales de 8 y nivel de actuación de 3 en la tarea de cargar mercancía y finalmente puntuaciones de 4 y un nivel de actuación de 2 para la actividad de cargar estructuras. No se aplicaron medidas preventivas o correctivas para la disminución de los niveles identificados con los diferentes instrumentos. [66]

En el presente estudio titulado: “A study on job postures and musculoskeletal illnesses in dentists” se planteó como objetivo evaluar las condiciones

ergonómicas de la profesión de dentista, así como de la relación de los TMEs y las condiciones de trabajo, a través de un estudio transversal aplicado a 65 dentistas. Para ello se aplicó el método REBA con la intención de medir las posturas de los dentistas y para las molestias se utilizó el cuestionario musculoesquelético Nórdico. Los resultados REBA fueron la obtención del 89.6% de las extremidades en el grupo A y el 79.3% de las extremidades en el grupo B tuvieron una puntuación mayor a 4. Solo el dolor de cuello y espalda baja tienen una relación significativa con los niveles de riesgo obtenidos mediante el método REBA. Y para los resultados obtenidos con el cuestionario Nórdico se tuvo que existe la prevalencia de molestias para diferentes partes del cuerpo fue: 75.9% para el cuello, 58.6% para los hombros, 56.9% para la parte superior de la espalda, 48.3% para la parte inferior de la espalda y 44.8% para la muñeca. Se concluyó que las posturas de trabajo de los dentistas deben mejorarse, diseñando la estación de trabajo, periodo de descanso durante el trabajo y las actividades físicas regulares y la educación referida a los TMEs y las posturas.

[67]

En el presente estudio titulado: “Assessment of Oil Palm Fresh Fruit Bunches Harvesters Working Postures Using Reba” se planteó como objetivo el poder evaluar las posturas de trabajo en la recolección de racimos de fruta fresca de palma de aceite. Se obtuvieron los siguientes resultados: para la postura sosteniendo y balanceando el cincel fuertemente, con rodillas dobladas y el cuerpo inclinado hacia adelante, puntuación REBA de 13 y nivel de riesgo muy alto, para las posturas sosteniendo y balanceando el cincel fuertemente, con las rodillas dobladas y el cuerpo recto se obtuvo puntuación REBA de 8 y nivel de riesgo alto, para las posturas sosteniendo y empujando la hoz de brazo largo, con ambas manos sobre el nivel del hombro, con el cuerpo inclinado hacia



adelante se obtuvo puntuación REBA de 9 y nivel de riesgo alto, para las posturas tirando / empujando la hoz de brazo largo fuertemente, se obtuvo puntuación REBA de 13 y nivel de riesgo muy alto, para las posturas levantando manojos del suelo e inclinando el cuerpo hacia adelante se obtuvo puntuación REBA de 10 y nivel de riesgo alto, para las posturas llevando manojos desde el suelo hasta una carretilla, se obtuvo puntuación REBA de 10 y nivel de riesgo alto, para las posturas empujando carretilla que contiene diversos elementos se obtuvo puntuación REBA de 8 y nivel de riesgo alto. A partir del análisis, se revela que la mayoría de los trabajadores de la palma aceitera estaban afectados por TMEs, especialmente en el lado izquierdo y derecho. [68]

## **CAPÍTULO 4**

### **METODOLOGÍA Y DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **4.1. Metodología de la investigación**

La presente investigación se basa en el enfoque investigativo cuantitativo, pues en el mismo se acopian datos, para comprobar la hipótesis investigativa del presente estudio, basados en la medición numérica, el análisis estadístico y el procesamiento de información en el método (software) REBA. Es aplicada, pues busca resolver el problema de los riesgos disergonómicos en la investigación. Es prospectivo, pues tiene como objetivo determinar las causas y se pretende observar resultados como futuro efecto, los hechos se han registrado a medida que han ido ocurriendo. Es pre experimental, ya que se administró una prueba anterior al estímulo o tratamiento, luego se aplicó el tratamiento y finalmente se realiza nuevamente la prueba posterior al estímulo. [69, p. 141]. Es de campo, pues son estudios realizados en situaciones reales, siendo éstas las maneras en que se desarrollan las tareas de soldadura de tuberías metálicas en la empresa en estudio.

#### **4.1.1.Método de la investigación**

Se ha seguido el método empírico deductivo, yendo de lo general a lo particular, la observación directa, la encuesta y el análisis de información y el método REBA.

**4.1.1.1. Identificar las molestias que perciben los soldadores en alguna parte de su cuerpo mediante el diagrama de Corlett y Bishop**, para este objetivo se desarrolló el Método de Corlett y Bishop, siguiendo una metodología de identificación de las partes donde se evidencia molestias (dolor) por parte de los trabajadores encuestados, se usó para ello como instrumento el Diagrama de Corlett y Bishop dentro de la técnica de la Encuesta. El diagrama de Corlett y Bishop es un mapa corporal que divide el cuerpo en 24 segmentos. Es una prueba de confort, que se basa en la inspección del cuerpo humano por partes, en la cual cada trabajador ubica las zonas donde siente las molestias. [70, p. 9] (Ver anexo 02)

Esta escala presenta el cuerpo dividido en 24 secciones o zonas donde se puede señalar las diversas dolencias identificadas por parte de cada individuo. Las partes del cuerpo que han determinado los autores de la escala son: el cuello, el hombro derecho e izquierdo, el brazo derecho e izquierdo, el codo derecho e izquierdo, el antebrazo derecho e izquierdo, la muñeca derecha e izquierda, la mano derecha e izquierda, la región dorsal, la región lumbar, la región glúteos, el muslo derecho e izquierdo, la rodilla derecha e izquierda, la pierna derecha e izquierda, el pie derecho e izquierdo.

**4.1.1.2. Identificar las posturas que presenten mayor riesgo disergonómico en las tareas de soldadura de tuberías metálicas**, para este objetivo se desarrolló el método REBA, donde plantea la

recolección de la información a través de la hoja de campo del método REBA, donde se recopila los aspectos que evalúa el método REBA en un proceso de observación directa (en campo) y en gabinete. En ella se escribe las posturas que son identificadas en el proceso de trabajo. (Ver anexo 01). Para cada trabajador se aplica una hoja de campo, en la cual se registran las posturas identificadas en el proceso productivo.

La utilidad que proporciona es la de inventariar las posturas y otras condiciones de exposición a riesgos disergonómicos bajo la metodología REBA, esta información se ingresara al software del método REBA (on line) para su evaluación. A partir del registro en esta hoja de campo del método REBA, se ha realizado un consolidado de porcentajes donde se identifican las posturas con mayor y menor incidencia en los trabajos de soldadura de tuberías metálicas de 24”.

**4.1.1.3. Evaluar los riesgos disergonómicos identificados mediante el método REBA,** se utilizó el software on line del método REBA, cortesía de la Universidad Politécnica de Valencia, en la plataforma de internet <https://www.ergonautas.upv.es>.

Es un método de análisis postural, donde se evalúan las posturas adoptadas en las tareas. El fin es poder dar valoración al grado en que están expuestos los trabajadores al riesgo por adoptar posturas inadecuadas. Es un método sensible a los riesgos de tipo osteomusculares.

#### **Validación**

El método REBA fue validado por el INSHT de España. Teniendo una confiabilidad de cuerpo alta. Este método se puede aplicar a cualquier sector o actividad laboral. El alfa de Cronbach de 0.93 [53]. Por otro

lado, en el año 2016 un estudio titulado “diseño ergonómico de los puestos de trabajo del área de selección y empaque en la empresa manufacturas de aluminio I.C.A” se validó, obteniéndose una confiabilidad de 0.74 en el alfa de Cronbach. En un estudio, prueba piloto, donde se aplicaron métodos ergonómicos, entre ellos (RULA, NIOSH, REBA y LEST) para una muestra probabilística de 80 trabajadores evaluando 14 actividades del área de selección y empaque.

En método REBA divide el cuerpo en dos grupos, a continuación, se exhiben las evaluaciones por grupo.

**Grupo A.** Las puntuaciones se extraen de la puntuación de cada uno de los miembros que pertenecen al grupo: Puntuaciones del tronco, puntuaciones del cuello y puntuaciones de las piernas.

**Grupo B.** Las puntuaciones se obtienen a partir de la puntuación de cada uno de los miembros componentes: Puntuaciones del brazo, puntuaciones del antebrazo y puntuaciones de la muñeca.

**Puntuación de los Grupos A y B.** Para determinar la puntuación del grupo A se revisará la TABLA VIII, y se revisará la TABLA IX para determinar la puntuación del grupo B.

TABLA VIII  
PUNTUACIONES DEL GRUPO A

	CUELLO											
	1				2				3			
	PIERNAS				PIERNAS				PIERNAS			
TRONCO	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

FUENTE: Modificado a partir de [36]

TABLA IX  
PUNTUACIONES DEL GRUPO B

	ANTEBRAZO					
	1			2		
	MUÑECA			MUÑECA		
BRAZO	1	2	3	1	2	3
1	1	2	2	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

FUENTE: Modificado a partir de [36]

**Puntuación final.** Las puntuaciones de los Grupos A y B han sido cambiadas generando la puntuación A y la puntuación B respectivamente. La misma que se observa en la TABLA X, la que genera la puntuación C.

TABLA X  
PUNTUACIONES DEL GRUPO C

Puntuación A	Puntuación B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

FUENTE: Modificado a partir de [36]

“Para obtener la Puntuación Final, la Puntuación C recién obtenida se incrementará según el tipo de actividad muscular de la tarea” [36]. (TABLA XI)

TABLA XI  
PUNTUACIONES POR EL TIPO DE ACTIVIDAD MUSCULAR

Tipo de actividad muscular	Puntuación
Una o más partes del cuerpo se mantienen estáticas	+ 1
Se ejecutan movimientos repetitivos	+ 1
Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables	+ 1

FUENTE: Software on line REBA [36]

**Nivel de actuación.** Una vez obtenida la puntuación final, se pueden proponer actuaciones en niveles sobre el puesto de trabajo. Si el valor es mayor, mayor será el riesgo para el trabajador. En la TABLA XII se puede observar los niveles de actuación.

TABLA XII  
NIVEL DE ACTUACIÓN DEL MÉTODO REBA

Puntuación	Nivel	riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria la actuación
2 o 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación
4 a 7	2	Medio	Es necesaria la actuación
8 a 10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes
11 a 15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato

FUENTE: Software on line REBA [36]

En la Fig. 5 se muestra la secuencia de evaluación en el método REBA.

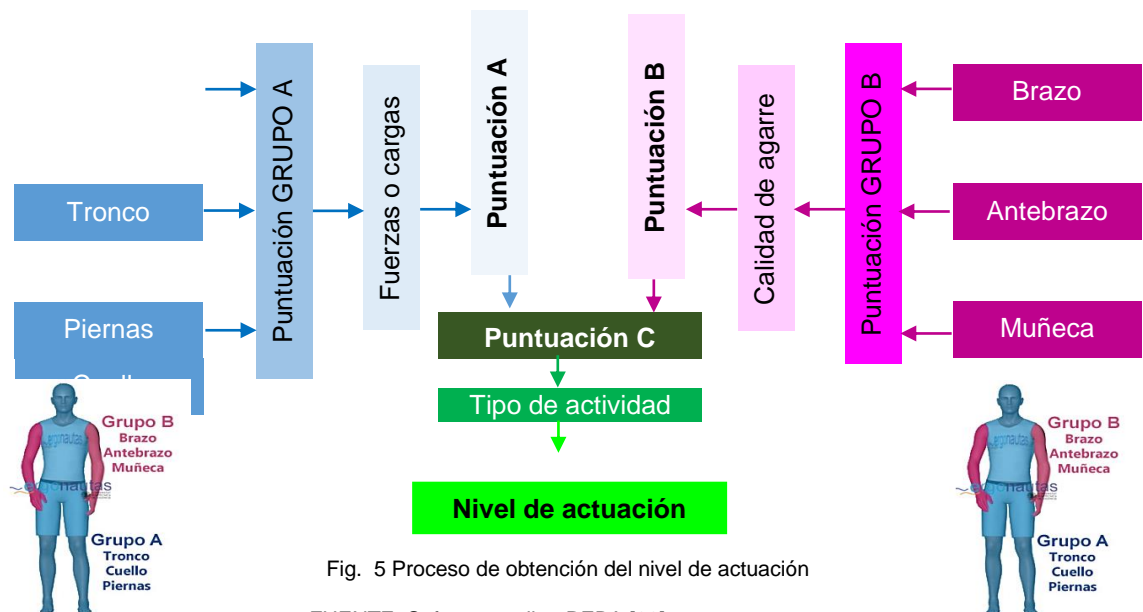


Fig. 5 Proceso de obtención del nivel de actuación

FUENTE: Software on line REBA [36]

#### 4.1.1.4. Desarrollar e implementar las medidas de control para reducir el riesgo disergonómico a los que están expuestos los soldadores



**del área de soldeo en línea**, para este objetivo se desarrollaron medidas de control, establecidos en la jerarquía de controles (Fig. 6)

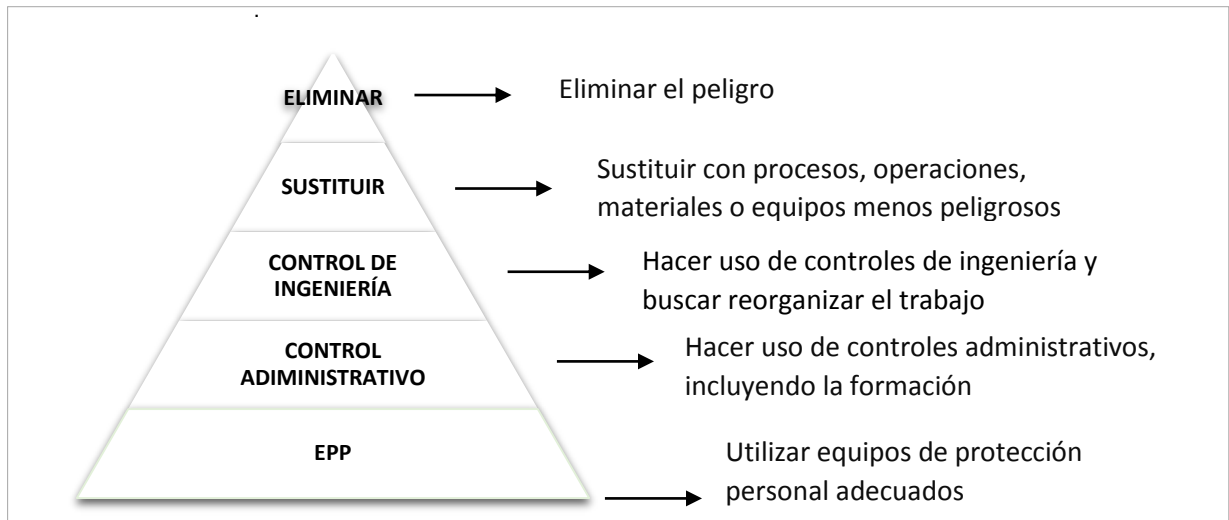


Fig. 6 Jerarquía de controles

FUENTE: ISO 45001 [71], [72]

#### **4.1.1.5. Determinar los resultados de las medidas correctivas y preventivas**

**aplicadas**, para este objetivo se desarrolló las anteriores metodologías antes aplicadas en los objetivos 1, 2 y 3, es decir, el método de Corlett y Bishop, el método REBA en la aplicación de la Hoja de campo y en el Software del mismo método REBA, con la intención de realizar la comparación de los resultados y poder establecer los efectos medidas de control aplicadas en relación a los riesgos disergonómicos en el proceso de soldadura de tuberías metálicas de 24" en una empresa minera.

#### **4.1.2. Técnica de investigación**

Las técnicas utilizadas fueron encuesta y la observación directa en campo.

#### 4.1.3. Diseño de la investigación

Es pre experimental, ya que se administró una prueba anterior al estímulo o tratamiento, luego se aplicó el tratamiento y finalmente se realiza nuevamente la prueba posterior al estímulo. [69, p. 141]

TABLA XIII  
DISEÑO PRE EXPERIMENTAL DE LA INVESTIGACIÓN PRESENTE

Grupo	Pre Prueba	Estimulo	Pos Prueba
<b>G</b>	<b>0<sub>1</sub></b>	<b>X</b>	<b>0<sub>2</sub></b>

FUENTE: LOS AUTORES [73]

*Donde:*

**G** = Muestra en estudio

**0<sub>1</sub>** = Pre prueba antes de aplicar el Programa de prevención de riesgos disergonómicos.

**X** = Programa de prevención de riesgos disergonómicos.

**0<sub>2</sub>** = Pos prueba luego de aplicar el Programa de prevención de riesgos disergonómicos. [69, p. 141]

La recolección de la información se realizó según los siguientes pasos:

**Paso N° 1.** Coordinación con el gerente de la empresa minera, para la realización de las evaluaciones ergonómicas. Obteniéndose el permiso para la realización de la presente investigación.

**Paso N° 2.** Recopilación de información relevante y referida a los riesgos disergonómicos, se realizó a por medio de la aplicación de la hoja de campo del método REBA. Y de las molestias (dolores) que presentan los trabajadores a través del diagrama de Corlett y Bishop.

**Paso N° 3.** Tabulación de información por medio del método REBA, en el software *on line* de la página [www.ergonautas.upv.es](http://www.ergonautas.upv.es) que da tratamiento a la información, la misma que se recopiló en las hojas de campo del método REBA.

**Paso N° 4.** Aplicación de medidas de prevención de riesgos disergonómicos para mitigar las posibles consecuencias ante la no aplicación de las mismas.

**Paso N° 6.** Recopilación de la información relacionada con la exposición de los trabajadores con las condiciones del trabajo, referidas a las posturas, carga física y otros componentes establecidos en las hojas de campo del método REBA, para evaluar las mejoras obtenidas.

## **4.2. Descripción de la investigación**

### **4.2.1. Estudio de caso**

El estudio presente se desarrolla en las instalaciones de una empresa minera y en campo, del rubro industrial del sector metalmecánica, específicamente en el área de soldadura. Es en esta área donde se aplicará la evaluación ergonómica, contándose con una muestra de 08 trabajadores (soldadores), los cuales están expuestos a riesgos disergonómicos derivados de las condiciones laborales y las labores que desarrollan durante su jornada laboral. Estos riesgos disergonómicos junto al desarrollo de los factores de riesgo disergonómico existentes en el trabajo podrían generar deficiencias en la salud y desempeño laboral de los empleados. Son éstas condiciones las que nos llevan a plantear la presente investigación. El área de investigación es el de la salud laboral. El campo en el que se efectúa la presente investigación es el de la Ergonomía. Asimismo, la línea de investigación es la prevención de riesgos laborales.

### **4.2.2. Población**

Está constituida por 13 soldadores de tuberías metálicas de 24" del área de soldeo en línea en una empresa minera.

#### 4.2.3.Muestra

La muestra es “probabilística, tendiendo todos sus integrantes la misma posibilidad de ser elegidos” [74, p. 175]. Para la selección se ha aplicado el cálculo estadístico para extraer los trabajadores que representan la muestra en estudio, la cual está representada por 8 soldadores del área de soldeo en línea en una empresa minera. La muestra se detalla en la TABLA XVI.

TABLA XIV  
MUESTRA DE TRABAJADORES

Área	Cargo	Cantidad
Soldo en línea	Soldadores	8

FUENTE: Los autores [73]

El tamaño de la muestra se alcanzó considerando el tamaño de la población:

Fórmula de cálculo:

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{e^2 * (N - 1) + (Z^2 * p * q)}$$

[75]

Descripción:

- “Z = Nivel de confianza
- p = % de la población con el atributo deseado
- q = % de la población sin el atributo deseado = 1-p
- N = Población
- e = Error de estimación máximo aceptado
- n = Tamaño de la muestra” [75]

En la TABLA VII se ingresaron los datos, aplicándose NC de 95% referenciado de la TABLA

XVI.

TABLA XV

INGRESO DE DATOS PARA EL MUESTREO

Ítem	Valor
Z	1.96
p	95%
q	5%
N	13
e	10%

FUENTE: Modificado a partir de [75]

$n = 7.84$  Por consiguiente la muestra es de 08 soldadores

TABLA XVI

VALORES DE NIVEL DE CONFIANZA EN TABLA Z

Ítem	Valor
95%	1.96
90%	1.65
91%	1.7
92%	1.76
93%	1.81
94%	1.89

FUENTE: ASEDESTO [75]

#### 4.2.4. Técnicas de observación e instrumentos de colecta y procesamiento de datos

**Técnicas:** La observación y la encuesta

**Instrumentos:** Hoja de campo del método REBA, Software del método REBA y el diagrama de Corlett y Bishop

#### 4.3. Operacionalización de variables

En la TABLA XVII siguiente se muestra la operacionalización de las variables:

TABLA XVII

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	SUB INDICADORES	INSTRUMENTOS
Medidas de control	Variable independiente	Intervención ergonómica	Intervención individual	Control administrativo / EPPs	Programa de prevención de riesgos disergonómicos
			Intervención organizacional	control administrativo / EPPs	
Riesgos disergonómicos	Variable dependiente	Evaluación del Grupo A	Posturas del cuerpo	Posturas tronco	Diagrama de Corlett y Bishop Hojas de campo del método REBA  Software REBA
				Posturas cuello	
				Posturas piernas	
			Carga o fuerza	Carga o fuerza menor de 5 Kg.	
				Carga o fuerza entre 5 y 10 Kg.	
				Carga o fuerza mayor de 10 Kg.	
				Fuerzas o cargas aplicadas bruscamente.	
			Tipo de actividad muscular	1 o + partes del cuerpo permanecen estáticas	
				Movimientos repetitivos	
				Cambios de postura importantes o posturas inestables	
		Evaluación del Grupo B	Posturas del cuerpo	Posturas brazo	
				Posturas antebrazo	
				Posturas muñeca	
			Calidad de agarre	Agarre bueno	
				Agarre regular	
				Agarre malo	
				Agarre inaceptable	
			Tipo de actividad muscular	1 o + partes del cuerpo permanecen estáticas	
				Movimientos repetitivos	
				Cambios de postura importantes o posturas inestables	

FUENTE: Los autores [73]

La variable independiente, para la presente investigación está comprendida por las medidas de control, las mismas que son desarrolladas e implementadas según los resultados de las evaluaciones ergonómicas realizadas.

Al ser una investigación de diseño pre experimental el estímulo que se aplicó fue el Programa de prevención de riesgos disergonómicos. Este instrumento de gestión contiene las medidas tanto preventivas como correctivas, que tienen como objetivo principal la reducción de los riesgos disergonómicos evidenciados en la pre prueba (software on line del método REBA).

La variable independiente (medidas de control) se manipuló durante su generación, desarrollo e implementación para lograr los resultados esperados en la variable dependiente (riesgos disergonómicos), la cual fue medida en la pos prueba para ver los efectos de la aplicación del Programa de prevención de riesgos disergonómicos. [74, p. 131]

La empresa minera tiene implementado un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo para gestionar sus riesgos y en él desarrolla la identificación de peligros y evaluación de riesgos para las actividades de soldadura de tuberías metálicas. En ella se abordan los riesgos generados por los agentes físicos y químicos y los riesgos propios de la actividad de soldadura. Sin embargo, la evaluación de los riesgos disergonómicos inherentes a las actividades de soldadura de tuberías metálicas de 24" no se ha dado adecuadamente, es por ello que la presente investigación se desarrolla, para gestionar los riesgos disergonómicos a los que están expuestos los soldadores, con la intención de implementar medidas de control para minimizar el impacto de su afección en la salud de los soldadores del área de soldeo en línea.

No se ha desestimado la importancia del resto de riesgos, muy por el contrario, pues la importancia de su evaluación se mantiene, se ha abordado a los que no se les otorga la importancia debida.



## **CAPÍTULO 5**

### **DESARROLLO DE LA TESIS**

#### **5.1. Identificación de las molestias que perciben los soldadores en alguna parte de su cuerpo mediante el diagrama de Corlett y Bishop.**

En la presente investigación se desarrolló una encuesta para poder identificar las molestias que perciben los soldadores en alguna parte de su cuerpo, se usó la BDP (Body Part Discomfort) Escala de Incomodidad Corporal [76, p. 13], [77]. Este instrumento tiene como fin el evaluar subjetivamente la experiencia directa de las personas con molestias físicas en el mapa corporal que se presenta en el diagrama. (Ver anexo 02).

Para la inspección de las molestias (dolor) de las partes del cuerpo de los 8 soldadores, se entregó un mapa del cuerpo humano, donde se señaló las zonas exactas donde se ubicarían sus dolores. Los soldadores marcaron con un círculo la parte del cuerpo en donde identificaban la presencia de molestias (dolor), el Diagrama de Corlett y Bishop tiene segmentado el cuerpo humano en zonas de fácil identificación por parte de quien se le suministra la escala.

La encuesta fue ejecutada al total de la muestra, obteniendo los siguientes resultados por soldador:

- **Soldador N° 01.** El trabajador tiene una edad de 38 años de edad, él señaló que presenta molestias en la muñeca derecha por la actividad de soldeo de tuberías en periodos de tiempo prolongados.
- **Soldador N° 02.** El trabajador tiene 42 años de edad, este señaló que tiene dolencias en el cuello, región dorsal, región lumbar y la rodilla izquierda, desees de realizar las actividades de soldadura.
- **Soldador N° 03.** El trabajador tiene una edad de 45 años, señaló que siente molestias en la mano derecha, mano izquierda, región lumbar, rodilla derecha y el cuello, derivadas por su oficio de soldador.
- **Soldador N° 04.** Trabajador de 45 años de edad, señaló que presenta molestias en el cuello, brazo derecho, hombro derecho, zona lumbar, zona glúteos, rodilla izquierda, rodilla derecha, pie derecho y el pie izquierdo, la muñeca derecha asociados a las actividades que realiza.
- **Soldador N° 05.** El trabajador tiene 38 años de edad, también se le administro el diagrama de Corlett y Bishop, donde señalo que presenta molestias en la mano derecha, zona lumbar, zona glúteos, rodilla izquierda y la mano izquierda.
- **Soldador N° 06.** El trabajador tiene una edad de 36 años de edad, él señaló que presenta molestias en la región lumbar, cuello y la rodilla derecha, derivados según el encuestado de la actividad de soldador.

- **Soldador N° 07.** Trabajador de 32 años de edad, el cual señaló que presenta molestias (dolor) en ambas rodillas y el pie derecho, pos las posturas adoptadas durante los trabajos de soldadura.
- **Soldador N° 08.** El trabajador tiene una edad de 35, él señaló que presenta molestias en la región lumbar y el cuello, según por las posturas que adopta al soldar.

## 5.2. Identificación de riesgo disergonómico en las tareas de soldadura de tuberías metálicas

En la presente investigación se aplicó la hoja de campo del método REBA para poder identificar las posturas que son adoptadas por los soldadores en el proceso de soldadura de tuberías metálicas de 24". Asimismo, esta hoja de campo sirve para recolectar los datos in situ de las posturas, calidad de agarre, movimientos repetitivos, carga o fuerza ejercida, movimientos bruscos y el tipo de actividad muscular que se produce en el proceso de soldadura de tuberías metálicas.

La recolección de los datos se produce a través del registro de las posturas en el área de trabajo, también se registran otras características que evalúa el método REBA principalmente en las posturas y otros condicionantes que incrementan la valoración de las posturas. Siendo de observación directa y bajo el enfoque del investigador que registra en la hoja de campo lo observado objetivamente.

Esta recolección se realiza enumerando cada hoja de campo con el número de soldador observado, adicionalmente se registró mediante fotografías (imágenes) los movimientos que ejecutan y de las posturas que adoptan los soldadores, por otra parte

existen otras consideraciones que son registradas por cada uno de los soldadores como son la calidad de agarre de los elementos de los que hacen uso para el proceso de soldadura, las fuerzas ejercidas para la realización del trabajo, los movimientos repetitivos en un periodo de tiempo determinado, el tipo de actividad muscular y las partes a evaluar dividida en grupos. La hoja de campo del método REBA, se encuentra en el anexo 01.

La utilidad de este instrumento en la presente investigación, es la de poder establecer los porcentajes de posturas, calidad de agarre, cargas o fuerzas, tipo de actividad muscular, por Grupo (Grupo A: cuello, tronco y piernas), (Grupo B: muñeca, brazo y antebrazo), que se han ejecutado en la observación directa de la actividad de soldeo de tuberías metálicas de 24". Este porcentaje sirvió para poder establecer medidas correctivas y preventivas que ayudaron a reducir el riesgo disergonómico en el proceso de soldadura establecido.

Por cada uno de los soldares se ha aplicado una hoja de campo del método REBA, por lo cual se obtuvieron 08 hojas de campo en las cuales se ha recogido la información pertinente del proceso de soldadura de tuberías metálicas en una empresa minera.

Según lo observado en el total de la muestra se ha obtenido para la presente investigación los aspectos detectados en cada uno de los soldadores, detallado a continuación:

Para los resultados individuales se detallan por cada soldador, a los cuales se les aplicó la hoja de campo del método REBA, obteniéndose los siguientes resultados:

- **Soldador N° 01.** En el recojo de la información mediante la hoja de campo del método REBA, para el presente trabajador:

Se ha identificado en el Grupo A, referida a las posturas del tronco, una postura habitual (02 p) y una postura que incrementa la puntuación (+1); en relación a las posturas del cuello, se ha identificado una postura habitual (01 p) y también un incremento (+1) por rotación o inclinación lateral del mismo; por otro lado en las posturas de las piernas se ha identificado la postura habitual (02 p) y adicionalmente (+2) una flexión de una o ambas rodillas mayor a 60°, exceptuando la posición sentada.

Para el grupo B, se ha registrado una postura habitual (02 p) y un incremento (+1) por elevación del hombro, brazo abducido o rotación del brazo; en la zona del antebrazo se registró una postura habitual (01 p) solamente; para la zona de la muñeca se identificó una postura general (02 p) y un incremento (+1) por desviación radial o cubital en la torsión de la muñeca.

- **Soldador N° 02.** El trabajador en sus actividades de soldadura ha mostrado las siguientes posturas y características, recogidas en la hoja de campo del método REBA:

Para el Grupo A, específicamente para la zona del tronco, se ha identificado una postura habitual (3 puntos) y un incremento (+1) por rotación o inclinación lateral del tronco; para la zona del cuello se ha registrado una postura habitual (2 puntos) y también un incremento (+1) por rotación o inclinación lateral del mismo; para la zona de las piernas, las posturas registradas señalan que existe una habitual (1 punto) y un incremento (+1) por flexión de una o ambas rodillas entre 30° y 60°.

Para el grupo B, se registró para la zona del brazo una postura habitual (3 puntos) y una disminución (-1), por poseer un punto de reposo para el brazo o con posturas a favor de la gravedad, en las actividades de soldadura de tuberías metálicas de 24". Para la sección del antebrazo, se identificó una postura habitual (2 puntos); finalmente para la zona de la muñeca, se ha registrado una postura habitual (2 puntos) y un incremento (+1) por presentar una desviación radial o cubital en la torsión de la muñeca.

- **Soldador N° 03.** Para el presente trabajador se han abordado ambos grupos para registrarse sus posturas y sus puntuaciones, de acuerdo a la hoja de campo del método REBA.

Para el grupo A: en la zona del tronco se ha registrado una postura habitual (2 puntos); para la zona del cuello se identificó también una zona habitual (2 puntos) sin incremento alguno para ambas zonas; sin embargo para la zona de las piernas se ha registrado una postura habitual (1 punto a evaluar) y un incremento (+1) por flexión de una o ambas rodillas entre 30° y 60°.

Para el grupo B: en la zona del brazo, se exhibe una postura habitual (3 puntos) y un incremento (+1) por la elevación del hombro, brazo abducido o rotación del brazo; para la zona del antebrazo, se ha señalado una postura habitual de flexión entre 60° y 100° (1 punto), y para la zona de la muñeca se ha registrado una postura habitual (1 punto) y un incremento (+1) por la desviación radial o cubital en la torsión de la muñeca.

- **Soldador N° 04.** El registro de la información en la hoja de campo del método REBA:

Ha arrojado la adopción de las siguientes posturas en el grupo A: para la zona del tronco una postura habitual (2 puntos) y un incremento (+1) por rotación o inclinación lateral; para la zona del cuello se ha registrado una postura habitual (1 punto) y un incremento (+1) por rotación o inclinación lateral del cuello; para la zona de las piernas se ha registrado una postura habitual (2 puntos) y un incremento (+2) por la flexión de una o ambas rodillas mayor a 60° salvo en postura sentada.

Para el grupo B se ha registrado en la zona del brazo una postura habitual (3 puntos) y un incremento (+1) por la elevación del hombro, brazo abducido o rotación del brazo; para la zona del antebrazo, se ha registrado una postura habitual (2 puntos), para la zona de la muñeca se ha registrado una postura habitual (2 puntos) y un incremento (+1) por la desviación del cubito o del radio en la torsión de la muñeca.

- **Soldador N° 05.**

Para el grupo A: en la zona del tronco se ha registrado una postura habitual (3 puntos), para la zona del cuello se ha registrado una postura habitual en donde se suman (2 puntos); para la zona de las piernas se ha registrado una postura habitual (1 punto) y un incremento (+1) por la flexión de una o ambas rodillas entre 30° y 60°.

Para el grupo B: en la zona del brazo se ha registrado una postura habitual (3 puntos) y un incremento (+1) por la elevación del hombro, brazo abducido o rotación del brazo; en relación a las posturas del antebrazo, se ha registrado en la hoja de campo la postura de flexión entre 60° y 100° (1 punto); en relación con la postura de la muñeca se ha registrado la postura de flexión o extensión entre 0° y 15° (1 punto) y un incremento (+1) por la desviación cubito o radial o se evidenció una torsión en la muñeca.

- **Soldador N° 06.** En la hoja de campo se han registrado las posturas del trabajador presente, siendo las siguientes divididas en grupos:

Para el Grupo A, se han registrado en función a las posturas del tronco, una postura habitual (4 puntos) y un incremento (+1) por la rotación o inclinación lateral del tronco; para la sección del cuello se han registrado posturas habituales (2 puntos) y un incremento (+1) por la rotación o inclinación lateral del cuello en las actividades de soldadura de tuberías metálicas de 24"; en relación con las posturas de las piernas se ha registrado posturas habituales (2 puntos) y un incremento (+2) por la flexión de una o ambas rodillas mayor a 60° salvo postura sentado.

Para el grupo B, se han registrado posturas en la sección del brazo las que son habituales (3 puntos) y un incremento (+1) por la elevación del hombro, brazo abducido o rotación del brazo y una disminución (-1) por contar el brazo con un punto de reposo o con postura en favor de la gravedad; en relación con la sección de la muñeca se han registrado posturas habituales (2 puntos) y un incremento (+1) por la desviación cubito o radial o la torsión de la muñeca en algún movimiento relacionado a las actividades de soldadura de tuberías metálicas de 24".

- **Soldador N° 07.**

En relación al Grupo A, tenemos en la sección del tronco registradas posturas habituales en donde se suman (2 puntos) y un incremento (+1) por la rotación o inclinación del tronco en alguna de las actividades de soldadura de tuberías metálicas de 24"; en relación a la sección del cuello se ha registrado posturas habituales (2 puntos) y un incremento (+1) por la rotación o inclinación del cuello; para la sección de las piernas se han registrado las posturas habituales (2 puntos) y un incremento (+1) por la flexión de una o ambas rodillas entre 30° y 60°.



Para el Grupo B, se han registrado posturas habituales referidas al brazo (4 puntos) y un incremento (+1) por la elevación del hombro, brazo abducido o rotación del brazo; para la sección del antebrazo se han registrado posturas habituales (2 puntos) de flexión menor a 60° o mayor a 100°; para la sección de la muñeca se han registrado posturas habituales de flexión o extensión mayor a 15° (2 puntos) y un incremento (+1) por la desviación cubito o radial o la torsión de la muñeca.

- **Soldador N° 08.**

El registro de las posturas del grupo A, inician con las posturas del tronco, donde se presentan posturas habituales de flexión o extensión entre 0° a 20° (2 puntos); para la sección del cuello se ha registrado posturas habituales de flexión entre 0° y 20° (1 punto) y un incremento (+1) por la rotación o inclinación lateral del cuello; para la zona de las piernas se han registrado posturas habituales en posición sentado, andando o de pie con soporte bilateral simétrico (1 punto) y un incremento (+2) por la flexión de una o ambas rodillas mayor a 60° salvo postura sentado.

Para el Grupo B, se han registrado posturas para el brazo, que muestran a flexión entre 45° y 90° (3 puntos) y un incremento (+1) por la elevación del hombro, brazo abducido o rotación del brazo; para la sección del antebrazo, se han registrado posturas habituales de flexión menor a 60° o mayor a 100° (2 puntos); para la sección de la muñeca se han registrado posturas habituales de flexión o extensión mayor a 15° (2 puntos) y un incremento (+1) por la desviación cubital o radial o por la torsión de la muñeca en las actividades de soldadura de tuberías metálicas de 24".

### **5.3. Evaluación de los riesgos disergonómicos**

En la presente investigación se ha desarrollado la evaluación de los riesgos disergonómicos a través del método REBA, el cual evalúa las posturas, cargas y fuerzas ejercidas, así como de la calidad de agarre y los movimientos repetitivos, considerando el grupo muscular donde se ejercen actividades.

La utilidad principal es el procesamiento de la datos recopilados en las hojas de campo del método REBA, las cuales fueron aplicadas in situ para obtener las posturas adoptadas por los soldadores en el desarrollo de sus tareas de soldadura de tuberías metálicas de 24". El tratamiento de esta información se realizó a través del software on line del método REBA, perteneciente a la Universidad Politécnica de Valencia, en el cual se desarrolla el método REBA. Se han introducido los datos de las hojas de campo, la tabulación interna del software realiza la sumatoria las puntuaciones parciales y su incremento si es aplicable según cada grupo de trabajo (Grupo A y Grupo B), el incremento de la puntuación total y su incremento por el tipo de actividad muscular, finalmente, el software establece el nivel de actuación que se debe seguir para reducir los riesgos disergonómicos, derivados de las posturas de los soldadores en las tareas de soldadura de tuberías metálicas de 24", en una empresa minera.

A continuación, en la TABLA XVIII, el procedimiento para aplicar el método REBA:

TABLA XVIII  
PROCEDIMIENTO DEL MÉTODO REBA

<b>PASOS DEL MÉTODO REBA</b>	
<b>1°</b>	- Determinar los ciclos de trabajo - Analizar al soldador al realizar éstas secuencias o a intervalos regulares.
<b>2°</b>	- Realizar la selección de las posturas a evaluar.
<b>3°</b>	- Realizar la evaluación de los lados del cuerpo
<b>4°</b>	- Registrar los datos angulares que se necesitan.
<b>5°</b>	Determinar la puntuación por cada sección del cuerpo.
<b>6°</b>	Recabar las puntuaciones parciales y finales del método REBA con el fin de determinar la existencia de riesgos disergonómicos derivados de la exposición.
<b>7°</b>	Determinar las medidas que se adoptaran.
<b>8°</b>	Evaluar nuevamente las posturas con el método REBA para determinar la efectividad de las medidas preventivas

FUENTE. Modificado a partir de [36]

Esta operación se aplicó a cada soldador, con la intención de evaluar sus posturas y características del trabajo, que son propias a cada uno de los soldadores, las cuales representan ocho evaluaciones ingresadas al software on line del método REBA, cada evaluación es mostrada en la parte del análisis de los resultados para su mejor comprensión.

#### **5.4. Desarrollo de las medidas de control para reducir los riesgos disergonómicos**

De acuerdo al análisis del riesgo disergonómico, a partir de la aplicación del método REBA a través de su software on line, donde se evalúan las posturas y otros factores que pueden provocar la generación de T.M.E, se ha determinado la ejecución de medidas de control. Dichas medidas se basan según la jerarquía de controles, dentro de la cual, se ha seleccionado el control administrativo y los EPPs para la reducción del riesgo disergonómico en los soldadores de tuberías metálicas de 24". A continuación, se detalla cada uno de los controles establecidos para la cumplir el objetivo principal de la investigación:

En la presente investigación se desarrolló un Programa de prevención de riesgos disergonómicos, el cual es un instrumento de gestión donde se recopilan medidas de control para la reducción del riesgo disergonómico identificado en las labores de soldadura de tuberías metálicas de 24" a los que están expuestos los soldadores del área de soldeo en línea. Dentro de las medidas de control se ha desarrollado dos controles para la reducción de nivel de riesgo disergonómico:

- **Controles administrativos.** Dentro de los controles administrativos optados, se tiene un programa de capacitaciones, un programa de pausas activas y una campaña ergonómica.

**Programa de capacitaciones.** Tiene como objetivos el sensibilizar a los soldadores sobre los riesgos disergonómicos concurrentes en sus actividades de soldeo de tuberías metálicas de 24" y con ello la prevención de generación de trastornos musculo esqueléticos.

La metodología utilizada en este programa es la de realizar primeramente la sensibilización de los trabajadores, luego se realizarán según sea el caso talleres ergonómicos, paralelamente a estas actividades se hará entrega de material impreso para la revisión de los soldadores. Finalmente se realizará una breve evaluación del contenido de las capacitaciones, según sea la sesión de trabajo desarrollada. (Ver anexo A 01 en la sección de anexos dentro del anexo 03)

Las sesiones de capacitación tienen los siguientes temas:

***Ergonomía en el puesto de trabajo:*** Donde se expone información relacionada a los conceptos básicos de Ergonomía, riesgo disergonómico y factores de riesgo disergonómico.

***Correcta mecánica postural:*** se exponen temas referidos a la sobrecarga postural, los cambios de postura importantes y las posturas inestables.

**Tipo de actividad muscular:** Se realizó la exposición de la información sobre movimientos repetitivos y as partes del cuerpo estáticas en las labores de soldadura de tuberías metálicas de 24”.

**Manipulación de elementos del proceso de soldadura:** Se exponen temas de manipulación adecuada de pinza portalecetrodo, el uso de elementos anexos a la pinza portalecetrodo (cable de pinza, electrodo, pinza de masa) en el proceso de soldadura de tuberías metálicas de 24” y el uso adecuado de guante de soldador.

**Uso adecuado de rodillera profesional de soldadura y plancha ignifuga:** se dan los pormenores del correcto uso de los EPPs personales y colectivos en la reducción del riesgo disergonómico, para las secciones del cuerpo que tienen contacto directo con la superficie irregular del suelo y en la adopción de posturas forzadas en las actividades de soldadura de tuberías metálicas de 24”.

**Programa de pausas activas.** Es la práctica de ejercicios físicos que se realizan en el ámbito laboral y tienen como objetivos el prevenir la producción de trastornos musculo esqueléticos, el alentar la práctica de actividad física moderada por los trabajadores, la reducción y prevención de dolor en las zonas del cuerpo y sus grupos musculares (cuello, tronco, piernas, brazos, antebrazo, muñeca).

La metodología usada es la realización de talleres ergonómicos donde se ejecutan las pausas activas antes, durante y después de las actividades de soldadura de tuberías metálicas de 24”, antes de iniciarse las mismas se hizo entrega de material impreso para el conocimiento de las actividades a realizarse en cada una de las sesiones programadas. (Ver anexo A 02 en la sección de anexos dentro del anexo 03)

Las sesiones de pausas activas contienen los siguientes ejercicios:

**Ejercicios de estiramiento:** Donde realizan actividades físicas para mantener u otorgar flexibilidad a las secciones musculares donde se está aplicando, es una medida de prevención para evitar la ocurrencia y frecuencia de lesiones. En su

desarrollo se han ejecutado ejercicios de estiramiento del cuello, estiramiento del tronco, estiramiento de las piernas, estiramiento del brazo, estiramiento del antebrazo y estiramiento de la muñeca.

***Ejercicios de fortalecimiento muscular:*** En esta etapa se desarrollaron actividades físicas para otorgar mayor fuerza a los músculos que se trabajen y para restablecer el movimiento a secciones musculares que habían perdido su movilidad habitual. En su desarrollo se han ejecutado el fortalecimiento de músculos del cuello, fortalecimiento de músculos del tronco, fortalecimiento de músculos de las piernas, fortalecimiento de músculos del brazo, fortalecimiento de músculos del antebrazo y el fortalecimiento de músculos de la muñeca.

***Ejercicios de relajación muscular:*** Se ejecutaron actividades físicas para ayudar a mitigar la contracción del musculo y así reducir la tensión muscular hasta desaparecer, en sesiones de relajación muscular. Dentro de las mismas se han efectuado actividades de relajación de músculos del cuello, relajación de músculos del tronco, relajación de músculos de las piernas, relajación de músculos del brazo, relajación de músculos del antebrazo y el relajamiento de músculos de la muñeca.

**Campaña ergonómica.** Esta campaña se ejecuta para sensibilizar a los soldadores sobre los riesgos disergonómicos existentes en las actividades desempeñadas en el soldeo de tuberías metálicas de 24” y servir de recordatorio a las capacitaciones y pausas activas suministradas durante la intervención ergonómica y luego de ésta. A través de la implementación de un periódico mural en las instalaciones del taller de soldadura.

El contenido del periódico mural ergonómico, tiene como elementos principales información referida a ejercicios de estiramiento, ejercicios de relajación, ejercicios de fortalecimiento, uso adecuado de EPPs, entre otros. (Ver anexo A3 en la sección de anexos al interior del anexo 03)

- **Equipos de Protección Personal.** Los EPPs considerados en el este control son las rodilleras profesionales de soldadura y la plancha ignifuga, la entrega de los mismos ayudaran a reducir el contacto directo de las secciones del cuerpo con el suelo irregular en las labores de soldadura de tuberías metálicas de 24". (Ver anexo A 03 en la sección de anexos dentro del anexo 03)

Para la jerarquía de controles los EPPs son la última barrera para la prevención de riesgos, sin embargo, para la reducción del riesgo ergonómico en las labores de soldadura de tuberías metálicas de 24" el uso de algunos elementos de protección personal es necesario, pues no se ha tenido opción de implementar otros controles, se ha realizado la entrega de EPPs como medida complementaria a las anteriores medidas.

***Entrega de rodilleras profesionales de soldadura.*** El uso de rodilleras profesionales de soldadura se hizo necesario para la reducción del contacto directo de la sección de las rodillas con la superficie del suelo en campo, el cual se presenta de manera irregular y con presencia de rocas de diferente dimensión, del mismo modo para la superficie de tuberías en la adopción de posturas forzadas en el proceso de soldadura de tuberías metálicas de 24".

***Entrega de plancha ignifuga.*** Para la disminución del contacto de las partes del cuerpo con la superficie irregular al momento de soldar tuberías metálicas en su parte inferior, la cual está soportada por unos ejes para poder realizarse la soldadura de dicha zona, es necesario la inclinación del cuerpo o de colocar el cuerpo en paralelo (echado) para el proceso de soldadura en estas secciones de tubería, por ende, son muchas las partes del cuerpo que entran en contacto con el suelo. La entrega de planchas de HDPE (Poliestireno de alta densidad de 2 mm hasta 4 mm de espesor), es necesaria para evitar que exista un contacto directo con las zonas del cuerpo que permanecen estática y dinámicamente en las

actividades referidas arriba, esto para reducir la exposición de los soldadores al riesgo disergonómico.

.



## **CAPÍTULO 6**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

#### **6.1. Resultados del procesamiento de datos por medio del Diagrama de Corlett Y Bishop**

Los resultados de la aplicación del diagrama de Corlett y Bishop se muestran en la TABLA VII, donde se observan los porcentajes de las dolencias percibidas por los soldadores, así como la cantidad de los mismos que presentaron las dolencias. Tras suministrarles la hoja del Diagrama de Corlett y Bishop a los soldadores se obtuvieron resultados que se observan en la Fig. 7:

## RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL DIAGRAMA DE CORLETT Y BISHOP

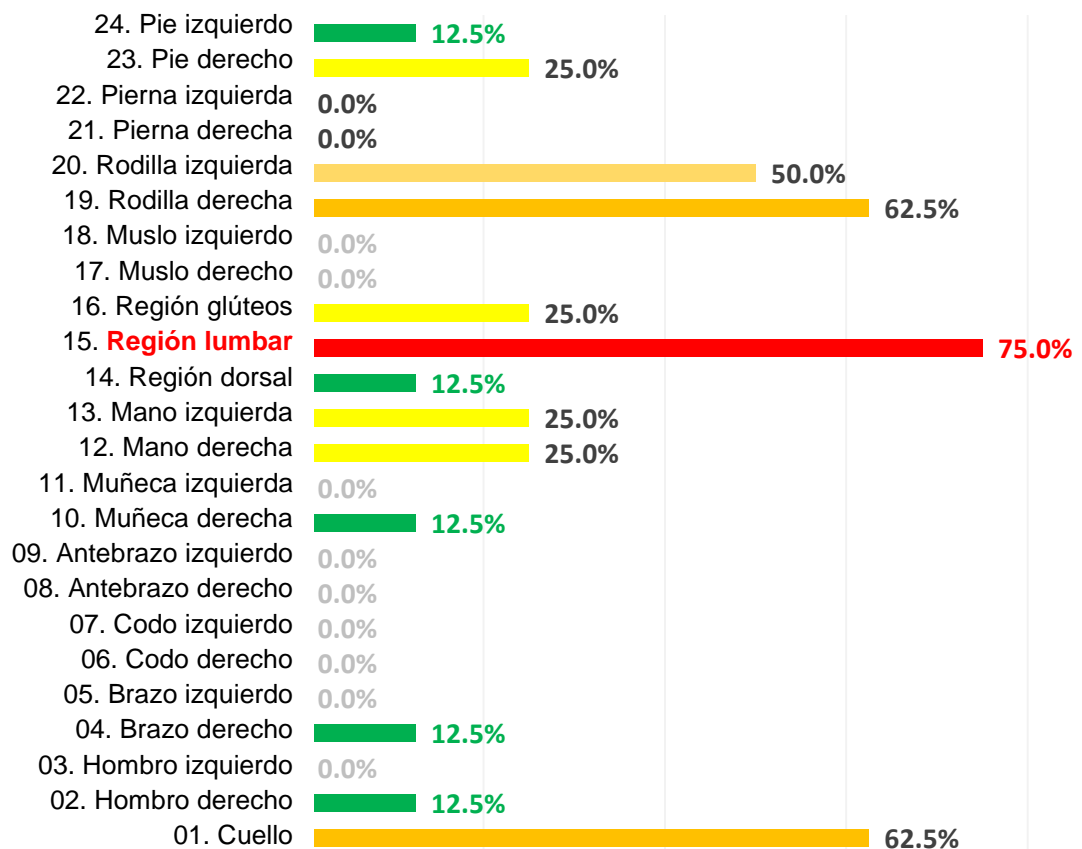
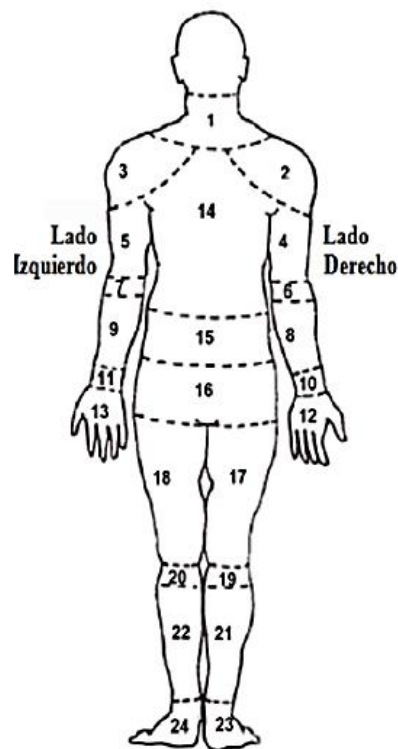


Fig. 7 Porcentajes de molestias (dolor) de los soldados en su cuerpo

FUENTE: Los autores [73]

En los resultados obtenidos se observa que la parte con mayor sensación de dolor identificada con color rojo es la región lumbar, donde se perciben dolores, con un 75%, que equivale a 06 soldadores, porque adoptan posturas erguidas durante mucho tiempo y estiramientos debido al tamaño de la tubería. Se observa en la Fig. 8 a continuación:

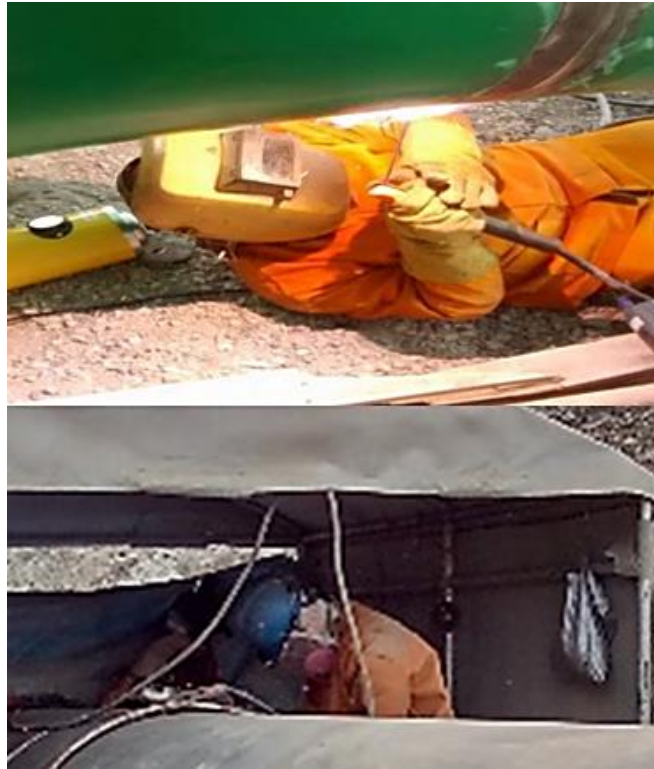


Fig. 8 Posturas de la región lumbar en el proceso de soldadura de tuberías de 24"

FUENTE. Los autores [73]

La segunda y tercera zona donde se ha manifestado la presencia de alguna dolencia en los soldadores identificadas con el color naranja es la zona del cuello y la zona de la rodilla derecha con un 62.5 % respectivamente, que equivale a 05 soldadores en cada caso, esto puede ser debido a las posturas que adoptan al realizar sus actividades de soldadura. Se observa en la Fig. 9 a continuación:



Fig. 9 Postura del cuello en el proceso de soldadura de tuberías de 24"

FUENTE. Los autores [73]

La zona de la rodilla izquierda es la cuarta zona donde se ha manifestado la presencia de molestias (dolor) en los soldadores según su percepción, está identificada con el color naranja claro, con un 50%, equivalente a 04 soldadores, debido a las posturas que adoptan en el soldeo en la parte inferior de las tuberías principalmente al apoyarse y poder obtener mayor estabilidad para el soldeo de tuberías metálicas de 24". Se observa en la Fig. 10 a continuación:



Fig. 10 Postura de las rodillas en el proceso de soldadura de tuberías de 24"

FUENTE. Los autores [73]

Las zonas con dolor significativo, identificadas con color amarillo, con un porcentaje de 25% de trabajadores que han señalado esas zonas en donde asocian las molestias que

pudieron estar generadas por el trabajo de soldadura de tuberías metálicas, estas zonas son el pie derecho, región glúteos, mano izquierda y la mano derecha cada una con el 25% equivalente a 02 trabajadores cada una.

Las zonas donde se han considerado con porcentajes bajos han sido identificadas con color verde, donde se ha alcanzado un porcentaje de 12.5% de señalamientos para la presencia de molestias (dolor), en las zonas corporales señalada en el diagrama de Corlett y Bishop, estas zonas son. El Hombro izquierdo, el brazo derecho, la muñeca derecha, la región dorsal y el pie izquierdo, equivalente cada uno a 01 soldador.

Las zonas donde no se han identificado porcentajes se encuentran con 0% son la pierna izquierda, la pierna derecha, el muslo izquierdo, el muslo derecho, la muñeca izquierda, el antebrazo izquierdo, el antebrazo derecho, el codo izquierdo, el codo derecho, el brazo izquierdo y el hombro izquierdo, según la percepción de cada uno de los soldadores.

## **6.2. Resultados del procesamiento de los datos recogidos en la hoja de campo del método REBA**

Luego de la aplicación de la hoja de campo del método REBA a los soldadores se obtuvieron resultados que indican las posturas que ellos adoptan al desarrollar las actividades de soldadura de tuberías metálicas de 24”.

La hoja de campo recogió in situ las posturas adoptadas por los soldadores, mostrando los porcentajes de cada postura adoptada en el proceso de soldadura de tuberías metálicas de 24”

Se ha dividido el análisis según los grupos que evalúa en método REBA, los cuales son: Grupo A y B.

El consolidado de las respuestas recogidas por la hoja de campo del método REBA se muestra a continuación.

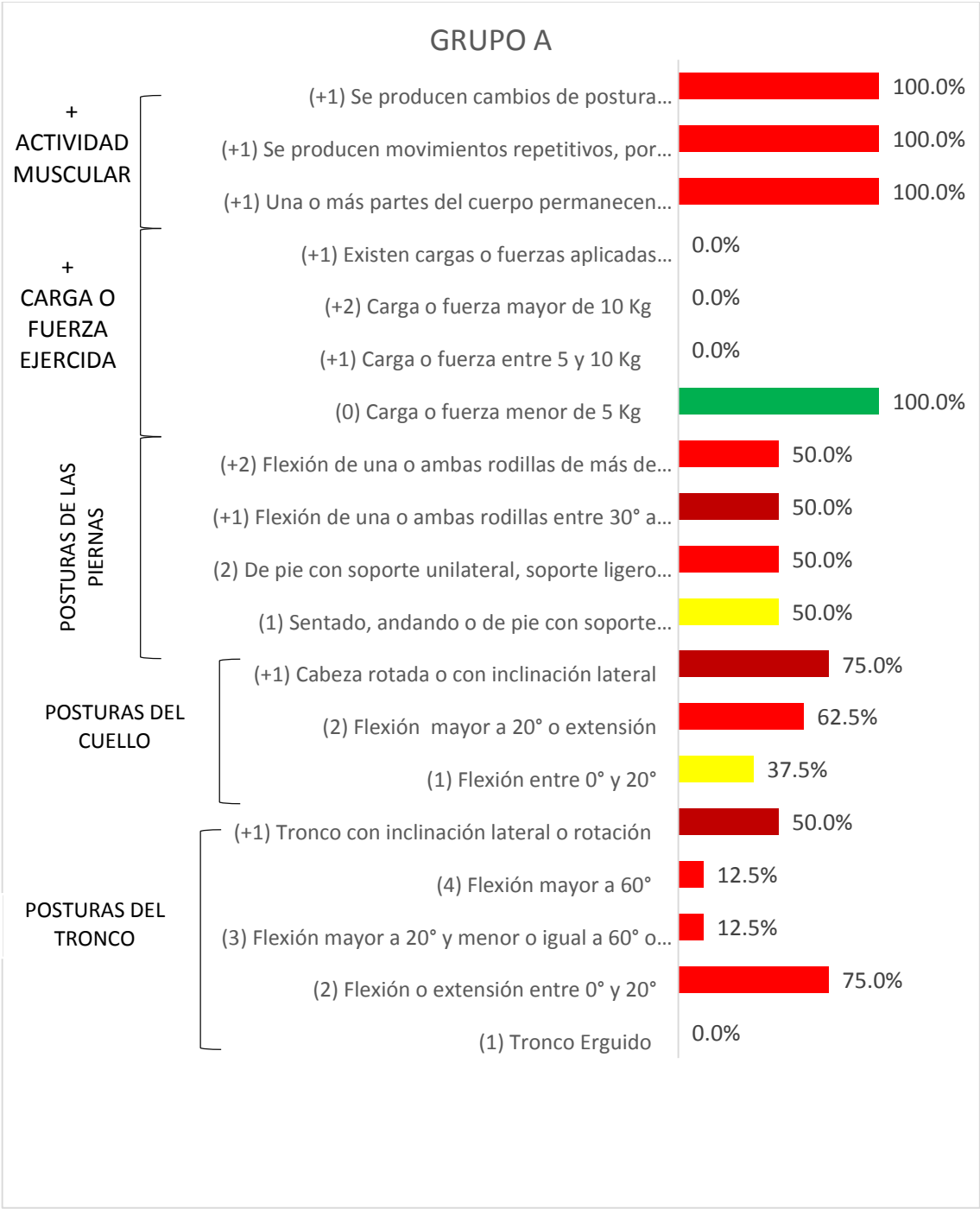


Fig. 11 Resultados de la hoja de campo para las posturas del grupo A tras el sondeo inicial

FUENTE: Los autores [73]

En el grupo A, para las posturas del tronco, la postura en flexión  $> 60^\circ$  (4 puntos); y la flexión  $> 20^\circ$  y  $\leq 60^\circ$  o extensión  $> 20^\circ$  (3 puntos), fueron adoptadas por 01 soldador respectivamente, lo que significa el 12%. Del mismo modo, la postura con inclinación lateral o rotación del cuello (+1) fue adoptada por 04 soldadores, equivalente al 50%.

Para las posturas del cuello, la postura en flexión  $> 20^\circ$  o extensión (2 puntos) fue adoptada por 05 soldadores, lo que significa el 62.5%. Del mismo modo, la postura con la cabeza rotada o con inclinación lateral (+1) fue adoptada por 06 soldadores, equivalente al 75%.

Para las posturas de las piernas, la postura en pie con soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable (2 puntos), fue adoptada por 04 soldadores, equivalente a 50%. La postura en flexión de una o ambas rodillas entre  $30^\circ$  a  $60^\circ$  (+1) y la postura en flexión de una o ambas rodillas de más de  $60^\circ$  (salvo postura sedente), han sido adoptadas por 04 soldadores respectivamente, lo que equivale al 50% en cada caso.

Para el grupo A, no existe incremento en la puntuación por la carga o fuerza ejercida, pues para este grupo es menor a 5 Kg., es decir que, el peso entre la pinza portalecetrodo y el electrodo no superan el peso indicado.

El consolidado de las respuestas recogidas por la hoja de campo del método REBA se muestra a continuación en la Fig. 12 para el grupo B, en el sondeo inicial.

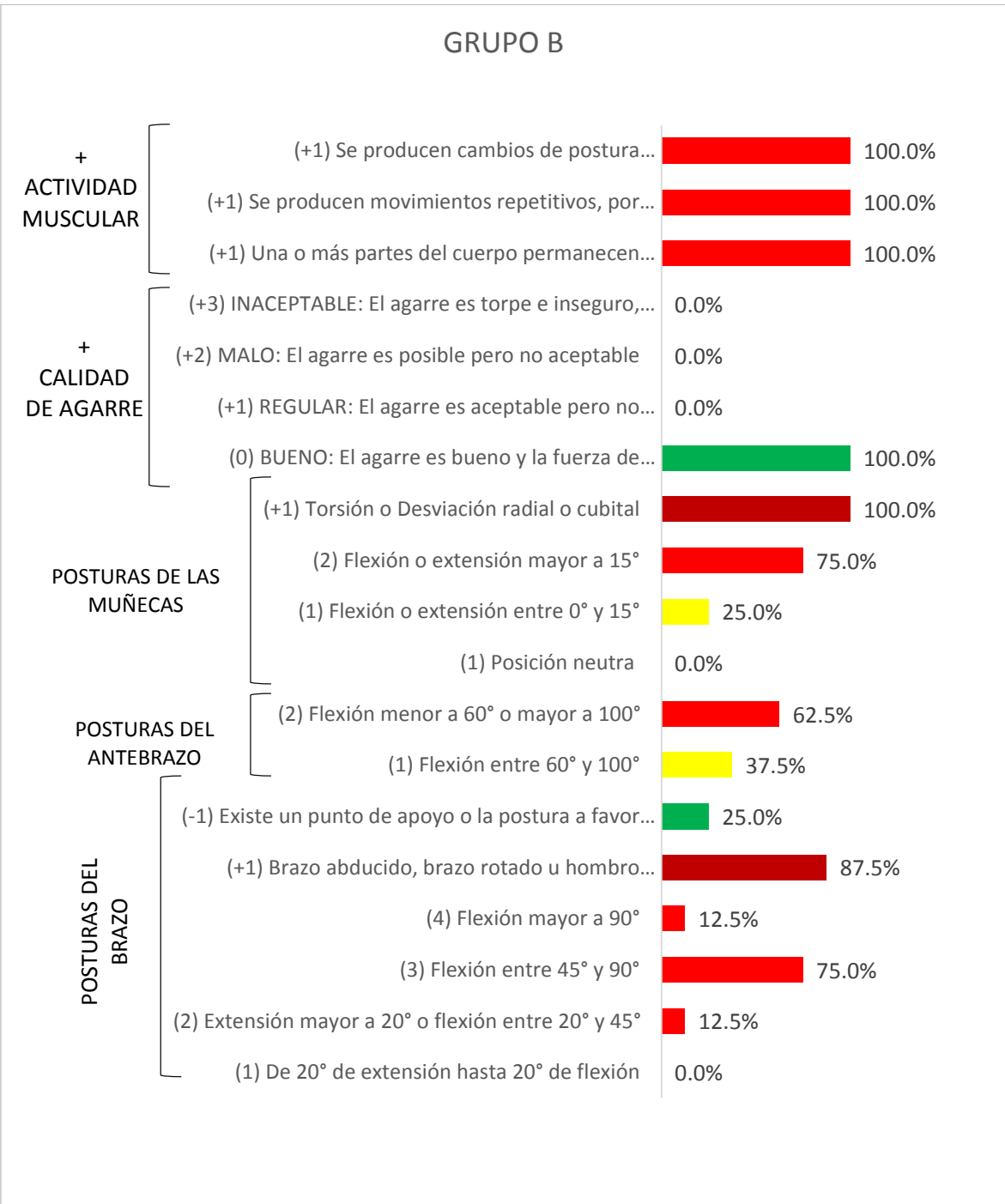


Fig. 12 Resultados de la hoja de campo para las posturas del grupo B tras el sondeo inicial

FUENTE: Los autores [73]



En el grupo A, para las posturas del tronco, la postura en flexión  $> 60^\circ$  (4 puntos); y la flexión  $> 20^\circ$  y  $\leq 60^\circ$  o extensión  $> 20^\circ$  (3 puntos), fueron adoptadas por 01 soldador respectivamente, lo que significa el 12%. Del mismo modo, la postura con inclinación lateral o rotación del cuello (+1) fue adoptada por 04 soldadores, equivalente al 50%.

Para las posturas del cuello, la postura en flexión  $> 20^\circ$  o extensión (2 puntos) fue adoptada por 05 soldadores, lo que significa el 62.5%. Del mismo modo, la postura con la cabeza rotada o con inclinación lateral (+1) fue adoptada por 06 soldadores, equivalente al 75%.

Para las posturas de las piernas, la postura en pie con soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable (2 puntos), fue adoptada por 04 soldadores, equivalente a 50%. La postura en flexión de una o ambas rodillas entre  $30^\circ$  a  $60^\circ$  (+1) y la postura en flexión de una o ambas rodillas de más de  $60^\circ$  (salvo postura sedente), han sido adoptadas por 04 soldadores respectivamente, lo que equivale al 50% en cada caso.

Para el grupo A, no existe incremento en la puntuación por la carga o fuerza ejercida, pues para este grupo es menor a 5 Kg., es decir que, el peso entre la pinza portalecetrodo y el electrodo no superan el peso indicado.

En el grupo B, para las posturas del brazo, la postura en extensión  $> 20^\circ$  o flexión  $> 20^\circ$  y  $< 45^\circ$  (02 puntos) ha sido adoptado por 01 soldador lo que equivale a 12.5%, la postura en flexión  $> 45^\circ$  y  $90^\circ$  (3 puntos) ha sido adoptada por 06 soldadores, equivalente a 75%, la postura en flexión  $> 90^\circ$  (4 puntos) ha sido adoptada por 01 soldador, equivalente al 12.5%. Del mismo modo, la postura con el brazo abducido, brazo rotado u hombro elevado (+1) ha sido adoptada por 07 soldadores, equivalente al 87.5%.

Para las posturas del antebrazo, la postura en flexión  $< 60^\circ$  o  $> 100^\circ$  (2 puntos) ha sido adoptada por 05 soldadores, equivalente a 62.5%.

Para las posturas de la muñeca, la postura en flexión o extensión  $> 15^\circ$  (2 puntos) ha sido adoptada por 06 soldadores, equivalente al 75%. Del mismo modo, la postura con la

muñeca en torsión o desviación radial o cubital (+1), ha sido adoptada por 08 soldadores, equivalente al 100%.

Para el grupo B, no se realiza ningún un incremento según la calidad de agarre que se presenta, ya que el agarre es bueno y la fuerza de agarre es de rango medio, representando el 100% de soldadores que presentan este tipo de agarre de la pinza portaelectrodo y el electrodo.

La puntuación "C" que incrementa en +3 las puntuaciones globales, para ambos casos (grupo A y B) son todos los soldadores de la muestra que evidencian cambios de postura importantes o posturas inestables, movimientos repetitivos y donde una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, representando el 100% de soldadores que incrementan en +1 en cada caso.

En el grupo A, para las posturas del tronco, la postura en flexión  $> 60^\circ$  (4 puntos); y la flexión  $> 20^\circ$  y  $\leq 60^\circ$  o extensión  $> 20^\circ$  (3 puntos), fueron adoptadas por 01 soldador respectivamente, lo que significa el 12%. Del mismo modo, la postura con inclinación lateral o rotación del cuello (+1) fue adoptada por 04 soldadores, equivalente al 50%.

Para las posturas del cuello, la postura en flexión  $> 20^\circ$  o extensión (2 puntos) fue adoptada por 05 soldadores, lo que significa el 62.5%. Del mismo modo, la postura con la cabeza rotada o con inclinación lateral (+1) fue adoptada por 06 soldadores, equivalente al 75%.

Para las posturas de las piernas, la postura en pie con soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable (2 puntos), fue adoptada por 04 soldadores, equivalente a 50%. La postura en flexión de una o ambas rodillas entre  $30^\circ$  a  $60^\circ$  (+1) y la postura en flexión de una o ambas rodillas de más de  $60^\circ$  (salvo postura sedente), han sido adoptadas por 04 soldadores respectivamente, lo que equivale al 50% en cada caso.

Para el grupo A, no existe incremento en la puntuación por la carga o fuerza ejercida, pues para este grupo es menor a 5 Kg., es decir que, el peso entre la pinza portalecetrodo y el electrodo no superan el peso indicado.

En el grupo B, para las posturas del brazo, la postura en extensión  $> 20^\circ$  o flexión  $> 20^\circ$  y  $< 45^\circ$  (02 puntos) ha sido adoptado por 01 soldador lo que equivale a 12.5%, la postura en flexión  $>45^\circ$  y  $90^\circ$  (3 puntos) ha sido adoptada por 06 soldadores, equivalente a 75%, la postura en flexión  $>90^\circ$  (4 puntos) ha sido adoptada por 01 soldador, equivalente al 12.5%. Del mismo modo, la postura con el brazo abducido, brazo rotado u hombro elevado (+1) ha sido adoptada por 07 soldadores, equivalente al 87.5%.

Para las posturas del antebrazo, la postura en flexión  $< 60^\circ$  o  $> 100^\circ$  (2 puntos) ha sido adoptada por 05 soldadores, equivalente a 62.5%.

Para las posturas de la muñeca, la postura en flexión o extensión  $>15^\circ$  (2 puntos) ha sido adoptada por 06 soldadores, equivalente al 75%. Del mismo modo, la postura con la muñeca en torsión o desviación radial o cubital (+1), ha sido adoptada por 08 soldadores, equivalente al 100%.

Para el grupo B, no se realiza ningún un incremento según la calidad de agarre que se presenta, ya que el agarre es bueno y la fuerza de agarre es de rango medio, representando el 100% de soldadores que presentan este tipo de agarre de la pinza portaelectrodo y el electrodo.

La puntuación "C" que incrementa en +3 las puntuaciones globales, para ambos casos (grupo A y B) son todos los soldadores de la muestra que evidencian cambios de postura importantes o posturas inestables, movimientos repetitivos y donde una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, representando el 100% de soldadores que incrementan en +1 en cada caso.

En el grupo B, para las posturas del brazo, la postura en extensión  $> 20^\circ$  o flexión  $> 20^\circ$  y  $< 45^\circ$  (02 puntos) ha sido adoptado por 01 soldador lo que equivale a 12.5%, la postura en flexión  $>45^\circ$  y  $90^\circ$  (3 puntos) ha sido adoptada por 06 soldadores, equivalente a 75%, la postura en flexión  $>90^\circ$  (4 puntos) ha sido adoptada por 01 soldador, equivalente al 12.5%. Del mismo modo, la postura con el brazo abducido, brazo rotado u hombro elevado (+1) ha sido adoptada por 07 soldadores, equivalente al 87.5%.

Para las posturas del antebrazo, la postura en flexión  $< 60^\circ$  o  $> 100^\circ$  (2 puntos) ha sido adoptada por 05 soldadores, equivalente a 62.5%.

Para las posturas de la muñeca, la postura en flexión o extensión  $>15^\circ$  (2 puntos) ha sido adoptada por 06 soldadores, equivalente al 75%. Del mismo modo, la postura con la muñeca en torsión o desviación radial o cubital (+1), ha sido adoptada por 08 soldadores, equivalente al 100%.

Para el grupo B, no se realiza ningún incremento según la calidad de agarre que se presenta, ya que el agarre es bueno y la fuerza de agarre es de rango medio, representando el 100% de soldadores que presentan este tipo de agarre de la pinza portaelectrodo y el electrodo.

La puntuación "C" que incrementa en +3 las puntuaciones globales, para ambos casos (grupo A y B) son todos los soldadores de la muestra que evidencian cambios de postura importantes o posturas inestables, movimientos repetitivos y donde una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, representando el 100% de soldadores que incrementan en +1 en cada caso.

### **6.3. Resultados del procesamiento de datos por medio del software REBA**

Luego de extraer los datos de la hoja de campo del método REBA, se procedió a procesar los mismos mediante el software on line del método REBA, los resultados

que se obtuvieron se observan a continuación en el siguiente consolidado referido a los porcentajes de las actuaciones en la Fig. 13.

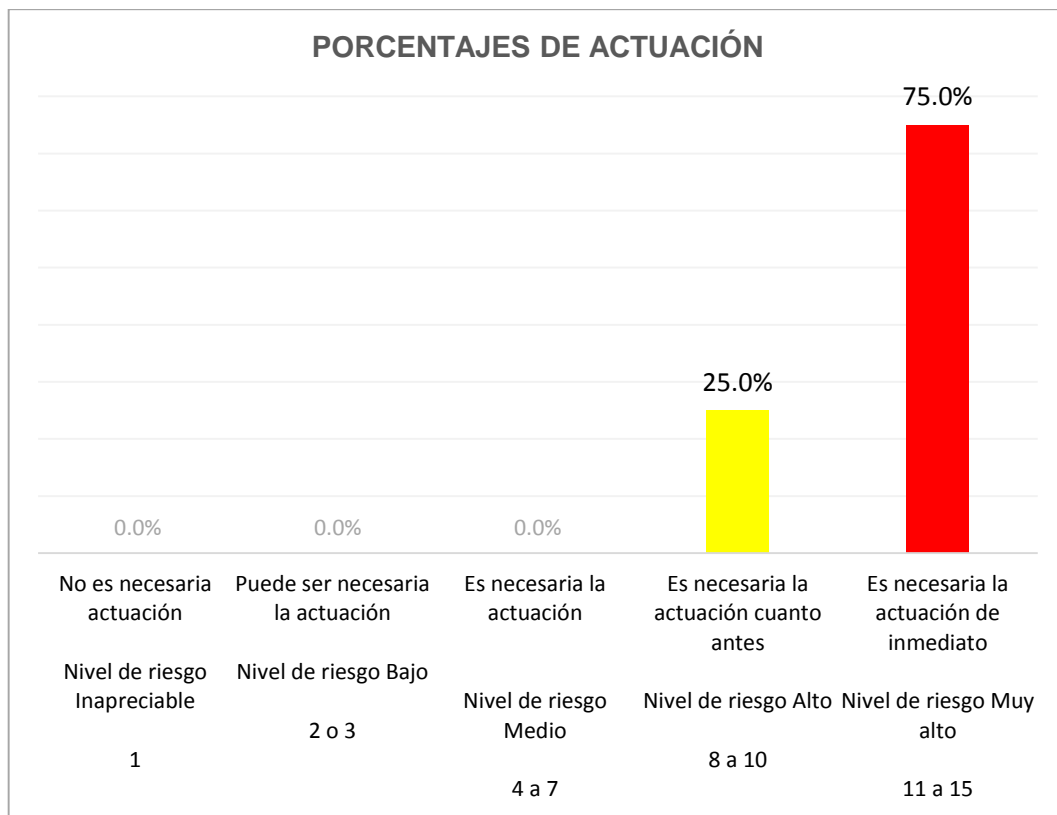


Fig. 13 Porcentajes de la actuación en el método REBA

FUENTE: Modificado a partir de Software on-line REBA [36]

En la Fig. 13 se exhibe en color rojo 75% equivalente a 06 soldadores que necesitan una actuación de inmediato, esta medición indica que han obtenido puntuaciones entre 11 a 15 alcanzando un nivel de riesgo muy alto. En color amarillo, se muestra un 25% que equivale a 02 soldadores que requieren la actuación cuanto antes, del mismo modo para este porcentaje señala puntuaciones entre 8 a 10 alcanzando un nivel de riesgo alto.

No se han observado soldadores que requieran actuación necesaria, o donde pueda ser necesaria la actuación, tampoco porcentaje alguno donde no sea necesaria la actuación, según el método REBA y su evaluación en su software on line.

El análisis de los resultados por cada uno de los soldadores de la muestra en estudio provenientes del tratamiento de los datos en el software on line dl método REBA, se detalla a continuación:

La obtención de las puntuaciones parciales y finales, así como del nivel de riesgo y el nivel de actuación en el método REBA, para el soldador N° 01 se detalla en la TABLA XIX

TABLA XIX  
NIVEL DE ACTUACIÓN REBA – SOLDADOR N° 01

GRUPO A		Puntuación del cuello (1-3)	2	Fuerzas o cargas (0-3) + 0	9	Puntuación C (0-3) + 3	PUNTUACIÓN REBA 12	Nivel de actuación (11 – 15)	4 MUY ALTO	Es necesaria la actuación de inmediato						
		Puntuación de las piernas (1-4)	4													
		Puntuación del tronco (1-5)	3													
GRUPO B		Puntuación del brazo (1-6)	3	Calidad de agarre (0-3) + 0												
		Puntuación del antebrazo (1-2)	1													
		Puntuación de la muñeca (1-3)	3													

FUENTE: Modificado a partir de SOFTWARE ON LINE REBA [36]

El nivel de riesgo alcanzado en la evaluación del método REBA para el soldador N° 01 es muy alto, alcanzando una puntuación final del método REBA de 12 con un nivel de acción de 4, la actuación recomendada es inmediata, debiéndose adoptar medidas para disminuir los riesgos disergonómicos a los que está expuesto el soldador N° 01. Esta puntuación se debe a que en el grupo A, la puntuación de las piernas es elevada (04 puntos) que se destaca en la medición primaria del software por grupos. La puntuación "C" es la que incrementa la puntuación final en el caso del soldador 01, pues se eleva la puntuación en +3, la que inicialmente como resultado de ambos grupos resultó en 09 puntos, tornando de un riesgo alto (8 a 10) a muy alto (11 a 15) por este incremento.

La obtención de las puntuaciones parciales y finales, así como del nivel de riesgo y el nivel de actuación en el método REBA, para el soldador N° 02 se detalla en la TABLA XX

TABLA XX  
NIVEL DE ACTUACIÓN REBA – SOLDADOR N° 02



GRUPO A	Puntuación del cuello (1-3)	3	Fuerzas o cargas (0-3) + 0	8	Puntuación C (0-3) + 3	PUNTUACIÓN REBA 11	<div>Nivel de actuación (11 – 15)</div> <div>4 MUY ALTO</div> <div>Es necesaria la actuación de inmediato</div>
	Puntuación de las piernas (1-4)	2					
	Puntuación del tronco (1-5)	4					
GRUPO B	Puntuación del brazo (1-6)	2	Calidad de agarre (0-3) + 0				
	Puntuación del antebrazo (1-2)	2					
	Puntuación de la muñeca (1-3)	3					

FUENTE: Modificado a partir de SOFTWARE ON LINE REBA [36]



El nivel de riesgo alcanzado en la evaluación del método REBA para el soldador N° 02 es muy alto, alcanzando una puntuación final del método REBA de 11 con un nivel de acción de 4, la actuación recomendada es inmediata, debiéndose adoptar medidas para disminuir los riesgos disergonómicos a los que está expuesto el soldador N° 02. Esta puntuación se debe a que en el grupo A, la puntuación del tronco es elevada (04 puntos) que se destaca en la medición primaria del software por grupos. La puntuación "C" es la que incrementa la puntuación final en el caso del soldador 01, pues se eleva la puntuación en +3, la que inicialmente como resultado de ambos grupos resultó en 11 puntos, tornando de un riesgo alto (8 a 10) a muy alto (11 a 15) por este incremento.

La obtención de las puntuaciones parciales y finales, así como del nivel de riesgo y el nivel de actuación en el método REBA, para el soldador N° 03 se detalla en la TABLA XX

TABLA XXI  
NIVEL DE ACTUACIÓN REBA – SOLDADOR N° 03



GRUPO A	Puntuación del cuello (1-3)	3	Fuerzas o cargas (0-3)	5	Puntuación C (0-3) + 3	PUNTUACIÓN REBA 8	<div>Nivel de actuación (8 – 10)</div> <div>3 ALTO</div> <div>Es necesaria la actuación Cuanto antes</div>
	Puntuación de las piernas (1-4)	2					
	Puntuación del tronco (1-5)	2					
GRUPO B	Puntuación del brazo (1-6)	4	Calidad de agarre (0-3)	5	Puntuación C (0-3) + 3	PUNTUACIÓN REBA 8	<div>Nivel de actuación (8 – 10)</div> <div>3 ALTO</div> <div>Es necesaria la actuación Cuanto antes</div>
	Puntuación del antebrazo (1-2)	1					
	Puntuación de la muñeca (1-3)	2					

FUENTE: Modificado a partir de SOFTWARE ON LINE REBA [36]

El nivel de riesgo alcanzado en la evaluación del método REBA para el soldador N° 03 es alto, alcanzando una puntuación final del método REBA de 8 con un nivel de acción de 3, la actuación recomendada es cuanto antes, debiéndose adoptar medidas para disminuir los riesgos disergonómicos a los que está expuesto el soldador N° 03. Esta puntuación se debe a que en el grupo B, la puntuación del brazo es elevada (04 puntos) que se destaca en la medición primaria del software por grupos. La puntuación "C" es la que incrementa la puntuación final en el caso del soldador 03, pues se eleva la puntuación en +3, la que inicialmente como resultado de ambos grupos resultó en 08 puntos, tornando de un riesgo medio (4 a 7) a riesgo alto (8 a 10) por este incremento.

La obtención de las puntuaciones parciales y finales, así como del nivel de riesgo y el nivel de actuación en el método REBA, para el soldador N° 04 se detalla en la TABLA XXII

TABLA XXII  
NIVEL DE ACTUACIÓN REBA – SOLDADOR N° 04



GRUPO A	Puntuación del cuello (1-3)	2	Fuerzas o cargas (0-3) + 0	9	Puntuación C (0-3) + 3	PUNTUACIÓN REBA 12	<div>Nivel de actuación (11 – 15)</div> <div>4MUY ALTO</div> <div>Es necesaria la actuación de inmediato</div>
	Puntuación de las piernas (1-4)	4					
	Puntuación del tronco (1-5)	3					
GRUPO B	Puntuación del brazo (1-6)	4	Calidad de agarre (0-3) + 0				
	Puntuación del antebrazo (1-2)	2					
	Puntuación de la muñeca (1-3)	3					

FUENTE: Modificado a partir de SOFTWARE ON LINE REBA [36]

El nivel de riesgo alcanzado en la evaluación del método REBA para el soldador N° 04 es muy alto, alcanzando una puntuación final del método REBA de 12 con un nivel de acción de 4, la actuación recomendada es inmediata, debiéndose adoptar medidas para disminuir los riesgos disergonómicos a los que está expuesto el soldador N° 04. Esta puntuación se debe a que en el grupo A, la puntuación de las piernas es elevada (04 puntos) y en el grupo B, la puntuación del brazo resulta idéntica (04 puntos), que se destaca en la medición primaria del software por grupos. La puntuación "C" es la que incrementa la puntuación final en el caso del soldador 01, pues se eleva la puntuación en +3, la que inicialmente como resultado de ambos grupos resultó en 09 puntos, tornando de un riesgo alto (8 a 10) a muy alto (11 a 15) por este incremento.

La obtención de las puntuaciones parciales y finales, así como del nivel de riesgo y el nivel de actuación en el método REBA, para el soldador N° 05 se detalla en la TABLA XXIII

TABLA XXIII  
NIVEL DE ACTUACIÓN REBA – SOLDADOR N° 05



GRUPO A	Puntuación del cuello (1-3)	2	Fuerzas o cargas (0-3) + 0	6	Puntuación C (0-3) + 3	PUNTUACIÓN REBA 9	<div>Nivel de actuación (8 – 10)</div> <div>3ALTO</div> <div>Es necesaria la actuación Cuanto antes</div>
	Puntuación de las piernas (1-4)	2					
	Puntuación del tronco (1-5)	3					
GRUPO B	Puntuación del brazo (1-6)	4	Calidad de agarre (0-3) + 0				
	Puntuación del antebrazo (1-2)	1					
	Puntuación de la muñeca (1-3)	2					

FUENTE: Modificado a partir de SOFTWARE ON LINE REBA [36]

El nivel de riesgo alcanzado en la evaluación del método REBA para el soldador N° 05 es alto, alcanzando una puntuación final del método REBA de 9 con un nivel de acción de 3, la actuación recomendada es cuanto antes, debiéndose adoptar medidas para disminuir los riesgos disergonómicos a los que está expuesto el soldador N° 05. Esta puntuación se debe a que en el grupo B, la puntuación del brazo es elevada (04 puntos) que se destaca en la medición primaria del software por grupos. La puntuación “C” es la que incrementa la puntuación final en el caso del soldador 01, pues se eleva la puntuación en +3, la que inicialmente como resultado de ambos grupos resultó en 09 puntos, tornando de un riesgo medio (4 a 7) a riesgo alto (8 a 10) por este incremento.

La obtención de las puntuaciones parciales y finales, así como del nivel de riesgo y el nivel de actuación en el método REBA, para el soldador N° 06 se detalla en la TABLA XXIV

TABLA XXIV  
NIVEL DE ACTUACIÓN REBA – SOLDADOR N° 06

GRUPO A	Puntuación del cuello (1-3)	3	Fuerzas o cargas (0-3) + 0	10	Puntuación C (0-3) + 3	PUNTUACIÓN REBA 13	Nivel de actuación (11 – 15)					
	Puntuación de las piernas (1-4)	4					4 MUY ALTO					
	Puntuación del tronco (1-5)	5										
GRUPO B	Puntuación del brazo (1-6)	3	Calidad de agarre (0-3) + 0				Es necesaria la actuación de inmediato					
	Puntuación del antebrazo (1-2)	2										
	Puntuación de la muñeca (1-3)	3										

FUENTE: Modificado a partir de SOFTWARE ON LINE REBA [36]



El nivel de riesgo alcanzado en la evaluación del método REBA para el soldador N° 06 es muy alto, alcanzando una puntuación final del método REBA de 13 con un nivel de acción de 4, la actuación recomendada es inmediata, debiéndose adoptar medidas para disminuir los riesgos disergonómicos a los que está expuesto el soldador N° 06. Esta puntuación se debe a que en el grupo A, la puntuación del tronco es elevada (05 puntos) y la puntuación de las piernas fue de (04 puntos), que se destacan en la medición primaria del software por grupos. La puntuación "C" es la que incrementa la puntuación final en el caso del soldador 06, pues se eleva la puntuación en +3, la que inicialmente como resultado de ambos grupos resultó en 10 puntos, tornando de un riesgo alto (8 a 10) a muy alto (11 a 15) por este incremento.

La obtención de las puntuaciones parciales y finales, así como del nivel de riesgo y el nivel de actuación en el método REBA, para el soldador N° 07 se detalla en la TABLA XXV

TABLA XXV  
NIVEL DE ACTUACIÓN REBA – SOLDADOR N° 07



GRUPO A	Puntuación del cuello (1-3)	3	Fuerzas o cargas (0-3) + 0	10	Puntuación C (0-3) + 3	PUNTUACIÓN REBA 13	<div>Nivel de actuación (11 – 15)</div> <div>4MUY ALTO</div> <div>Es necesaria la actuación de inmediato</div>
	Puntuación de las piernas (1-4)	3					
	Puntuación del tronco (1-5)	3					
GRUPO B	Puntuación del brazo (1-6)	5	Calidad de agarre (0-3) + 0				
	Puntuación del antebrazo (1-2)	2					
	Puntuación de la muñeca (1-3)	3					

FUENTE: Modificado a partir de SOFTWARE ON LINE REBA [36]

El nivel de riesgo alcanzado en la evaluación del método REBA para el soldador N° 07 es muy alto, alcanzando una puntuación final del método REBA de 13 con un nivel de acción de 4, la actuación recomendada es inmediata, debiéndose adoptar medidas para disminuir los riesgos disergonómicos a los que está expuesto el soldador N° 07. Esta puntuación se debe a que en el grupo B, la puntuación del brazo es elevada (05 puntos) que se destaca en la medición primaria del software por grupos. La puntuación “C” es la que incrementa la puntuación final en el caso del soldador 07, pues se eleva la puntuación en +3, la que inicialmente como resultado de ambos grupos resultó en 10 puntos, tornando de un riesgo alto (8 a 10) a muy alto (11 a 15) por este incremento.

La obtención de las puntuaciones parciales y finales, así como del nivel de riesgo y el nivel de actuación en el método REBA para el soldador N° 08, el cual se detalla en la TABLA XXVI

TABLA XXVI  
NIVEL DE ACTUACIÓN REBA – SOLDADOR N° 08



GRUPO A	Puntuación del cuello (1-3)	2	Fuerzas o cargas (0-3) + 0	9	Puntuación C (0-3) + 3	PUNTUACIÓN REBA 12	<div>Nivel de actuación (11 – 15)</div> <div>4 MUY ALTO</div> <div>Es necesaria la actuación de inmediato</div>
	Puntuación de las piernas (1-4)	3					
	Puntuación del tronco (1-5)	3					
GRUPO B	Puntuación del brazo (1-6)	4	Calidad de agarre (0-3) + 0				
	Puntuación del antebrazo (1-2)	2					
	Puntuación de la muñeca (1-3)	3					

FUENTE: Modificado a partir de SOFTWARE ON LINE REBA [36]

El nivel de riesgo alcanzado en la evaluación del método REBA para el soldador N° 08 es muy alto, alcanzando una puntuación final del método REBA de 12 con un nivel de acción de 4, la actuación recomendada es inmediata, debiéndose adoptar medidas para disminuir los riesgos disergonómicos a los que está expuesto el soldador N° 08. Esta puntuación se debe a que en el grupo B, la puntuación del brazo es elevada (04 puntos) que se destaca en la medición primaria del software por grupos. La puntuación “C” es la que incrementa la puntuación final en el caso del soldador 07, pues se eleva la puntuación en +3, la que inicialmente como resultado de ambos grupos resultó en 09 puntos, tornando de un riesgo alto (8 a 10) a muy alto (11 a 15).

#### **6.4. Determinar los resultados de la aplicación de las medidas de control**

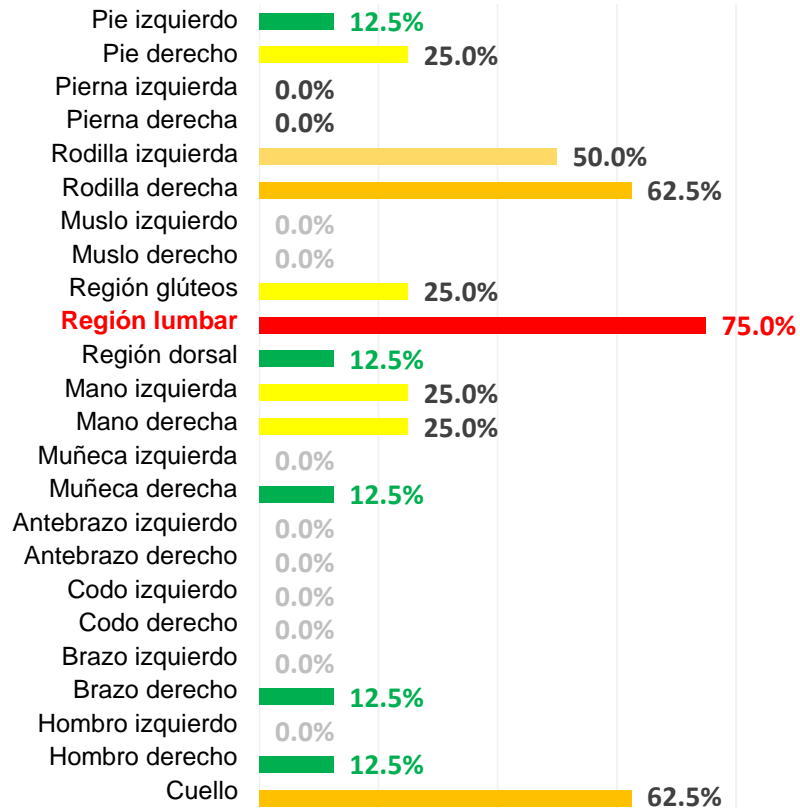
##### **6.4.1. Resultados de la aplicación de las medidas de control relacionados con los resultados del diagnóstico inicial del diagrama de Corlett y Bishop.**

Los resultados de la aplicación de las medidas propuestas se muestran en la Fig. 14, donde se observan los porcentajes de las dolencias percibidas por los soldadores, luego de suministrarles el Diagrama de Corlett y Bishop para identificar si las dolencias indicadas en el inicio de la investigación son las mismas luego de la aplicación de las medidas de control en la muestra de 08 soldadores.



## DIAGRAMA DE CORLETT Y BISHOP

### ANTES DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS



### DESPUÉS DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS

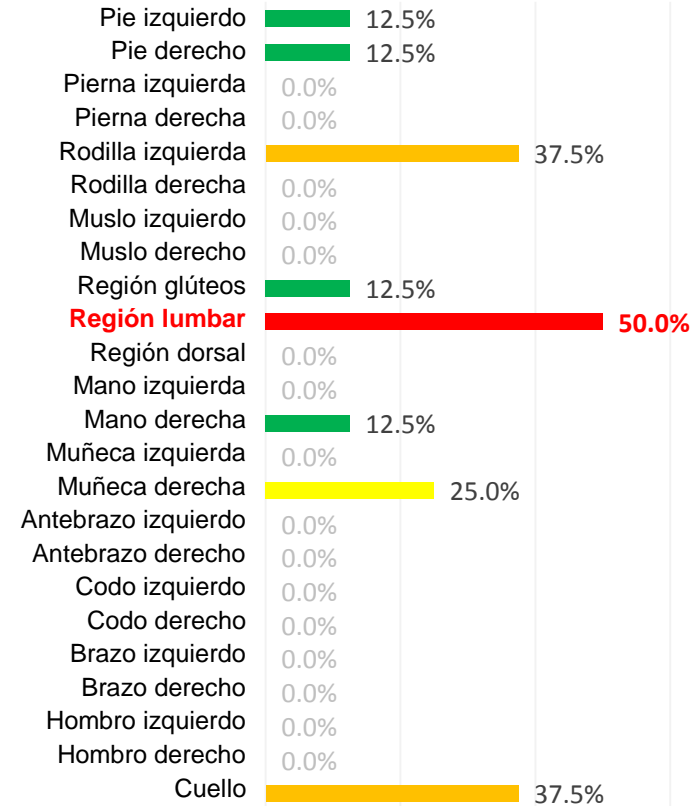


Fig. 14 Comparación de los porcentajes de molestias (dolor) mediante el Diagrama de Corlett y Bishop

FUENTE: Los autores [73]

Las medidas preventivas propuestas que lograron ejecutarse, en líneas generales han logrado disminuir el porcentaje de molestias en los soldadores del área de soldeo en línea, detectadas según la metodología Corlett y Bishop. Sin embargo, se han observado algunas situaciones respecto a las zonas donde se identificaron molestias (dolor) en los soldadores asociadas a la actividad de soldadura de tuberías metálicas de 24".

Para el análisis de los efectos de las zonas donde se identificaron molestias (dolor) en los soldadores antes y después de las medidas preventivas planteadas, podemos decir que, después de las medidas preventivas ejecutadas, la zona principal donde se encuentra el mayor porcentaje de molestias es la zona lumbar con 50%, equivalente a 04 soldadores, esta condición ha variado con respecto al diagnóstico inicial, pues en el mismo se exhibe 75% que equivale a 06 soldadores, es decir, que se ha reducido la sensación de dolor en esta zona.

En el diagnóstico inicial tanto la rodilla izquierda contaba con un 62.5% de coincidencias de dolor detectado por los trabajadores, equivalente a 05 soldadores respectivamente, esta condición ha variado en la medición posterior disminuyendo hasta 37.5% equivalente 03 soldadores.

Existen zonas donde anteriormente se registraban porcentajes equivalentes a 01 o 02 soldadores, esta condición ha cambiado notoriamente, llegando incluso a no presentar dolor por parte de los soldadores, como son las zonas región dorsal, la zona de la mano izquierda, Mano derecha, la muñeca derecha, el brazo izquierdo y el codo derecho.



#### **6.4.2. Resultados de la aplicación de las medidas de control relacionados con los resultados de la hoja de campo del método REBA**

Los resultados de la aplicación de las medidas propuestas para los resultados obtenidos en la hoja de campo del método REBA en el diagnóstico inicial se muestran a continuación en las Figuras 3 y 4, donde se observan los porcentajes de los resultados que se han generado tras la aplicación de las medidas comprendidas en el Programa de prevención de riesgos disergonómicos recogidos en la hoja de campo del método REBA, tanto en el sondeo inicial como en la medición posterior, para el grupo A y el grupo B.

Los porcentajes de las posturas del grupo “A” recogidas en la hoja de campo del método REBA de los soldadores se observan en la Fig. 15.

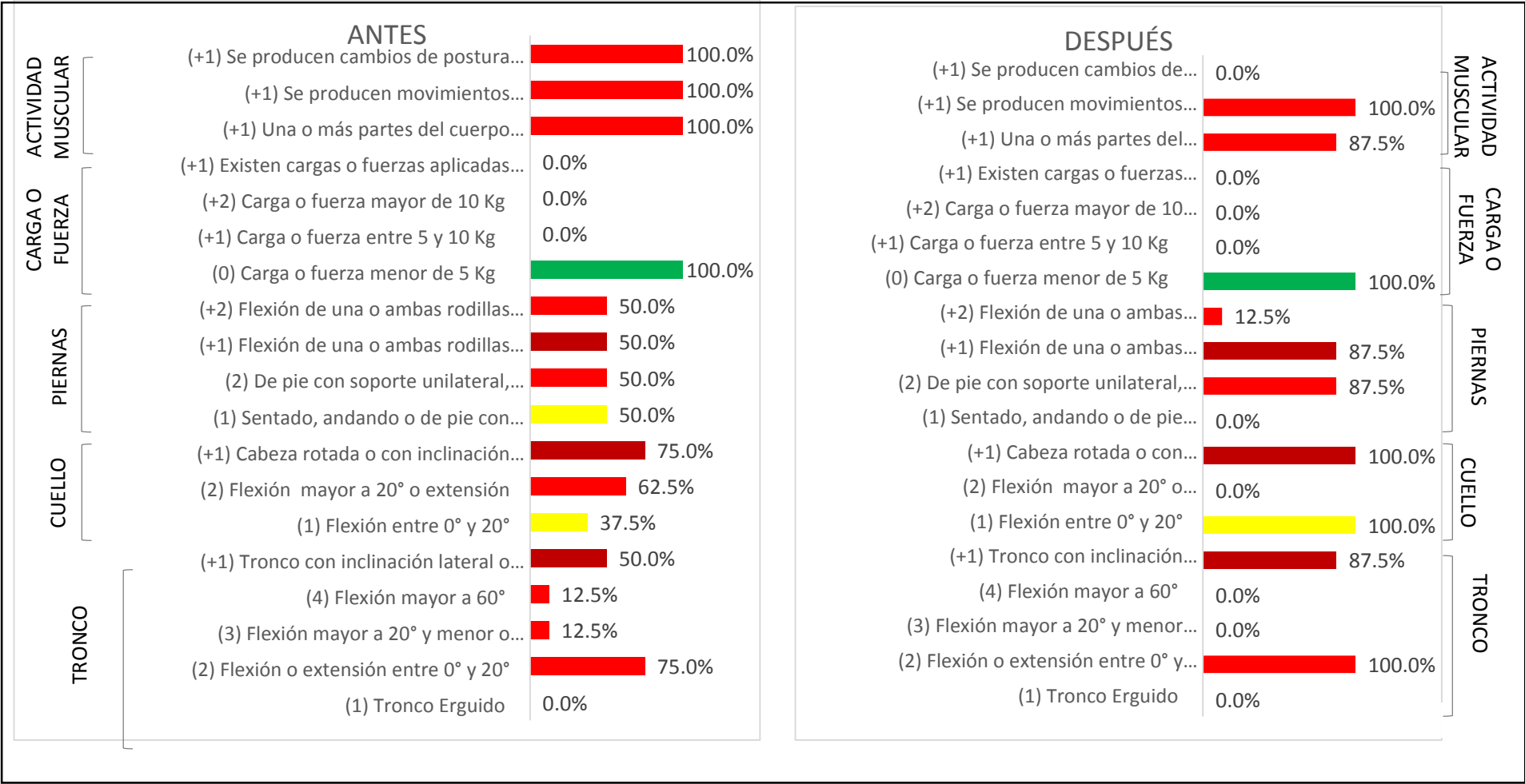


Fig. 15 Comparación de los porcentajes de la Hoja de campo del método REBA - Grupo A

FUENTE: Los autores [73]

Los resultados de la aplicación de las medidas de control en referidas a los porcentajes de posturas identificadas en la hoja de campo del método REBA, se muestra en las Figuras 15 y 16, en la primera se exhibe la comparación del grupo A, donde para la sección del tronco evidencia el incremento de las posturas de flexión o extensión entre 0° y 20° de 75% a 100% es decir que antes eran 06 soldadores y ahora son 08 soldadores que adoptaron esta postura que suma en 2 puntos su puntuación parcial. En la misma sección del tronco se observa la disminución de la cantidad de soldadores que adoptaron las posturas de flexión mayor a 60° y flexión o extensión entre 20| y 60° donde antes se tenía a 01 soldador para cada caso en la medición posterior no se observa porcentaje alguno en ambos casos. Además para las puntuaciones que incrementan en +1 donde el tronco está con inclinación lateral o rotación existe un incremento del 50% anterior hasta llegar a un 67.5% equivalente a 07 soldadores.

Para las posturas del cuello se observan los resultados de la aplicación de las medidas de control en el incremento del porcentaje de las posturas de flexión del cuello entre 0° y 20°, que al inicio eran en 37.5% ahora es del 100% correspondiente a 08 soldadores que suman 1 punto en sus puntuaciones parciales, siendo la más baja puntuación de las posturas del cuello. Se exhibe la disminución de los porcentajes de la postura de flexión mayor a 20° de un 62.5% hasta no presentar porcentaje alguno en esta postura luego de la aplicación de las medidas de control. Sin embargo se observa para la postura que incrementan en +1 donde la cabeza esta rotada o con inclinación lateral que antes tenía 75% ahora presenta 100% equivalente a 08 soldadores que muestran esta postura.

Para las posturas de las piernas se observa que en la postura de sentado, andando o de pie con soporte bilateral simétrico, donde antes se exhibía un 50% equivalente a 04 soldadores, ahora no se observa porcentaje alguno. De igual manera para la postura de pie con soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable donde antes se exhibía un 50% equivalente a 04 soldadores, ahora se cuenta con un 87.5% equivalente a 07

soldadores que suman 2 puntos a su puntuación parcial. Para las posturas que incrementan la puntuación en +1 flexión de una o ambas rodillas entre 30° y 60° o +2 flexión de una o ambas rodillas mayor a 60° salvo postura sentado de un 50% en ambos casos se ha incrementado hasta 87.5% equivalente a 07 soldadores en el primer caso y 12.5% reduciéndose hasta un equivalente a 01 soldador de 04 en su medición inicial, para el segundo caso.

Para el incremento del grupo A, correspondiente a las puntuaciones de la carga o fuerza ejercidas se mantiene en la misma condición, pues la carga o fuerza ejercida es menor a 05 Kg. En ambos casos, lo que significa que la fuerza aplicada y el peso del electrodo y la pinza portaelectrodo no superan el peso indicado líneas arriba. En esta condición se encuentran todos los soldadores.

Para la puntuación "C" que incrementa en +3 en su situación inicial para todos los soldadores, donde distribuyendo esa condición, se puede afirmar que de los 08 soldadores que inicialmente incrementaban en +1 por la producción de cambios de postura importantes o la adopción de posturas inestables, en la medición final no hay ninguno que presente este incremento; de 08 soldadores equivalente al 100%, que presentaba un incremento en +1 referido a la producción de movimientos repetitivos, en la medición final este porcentaje se mantiene para la producción de movimientos repetitivos en más de 4 veces por minuto en las labores de soldadura de tuberías metálicas de 24". De los 08 soldadores que equivale al 100% que presentaron una o más partes del cuerpo que permanecen estáticas en el proceso de soldadura de tuberías metálicas de 24", en la medición posterior se observa un 87.5% equivalente a 07 soldadores que presentan este incremento en +1.

Los porcentajes de las posturas del grupo “B” recogidas en la hoja de campo del método REBA de los soldadores se observan en la Fig. 16.

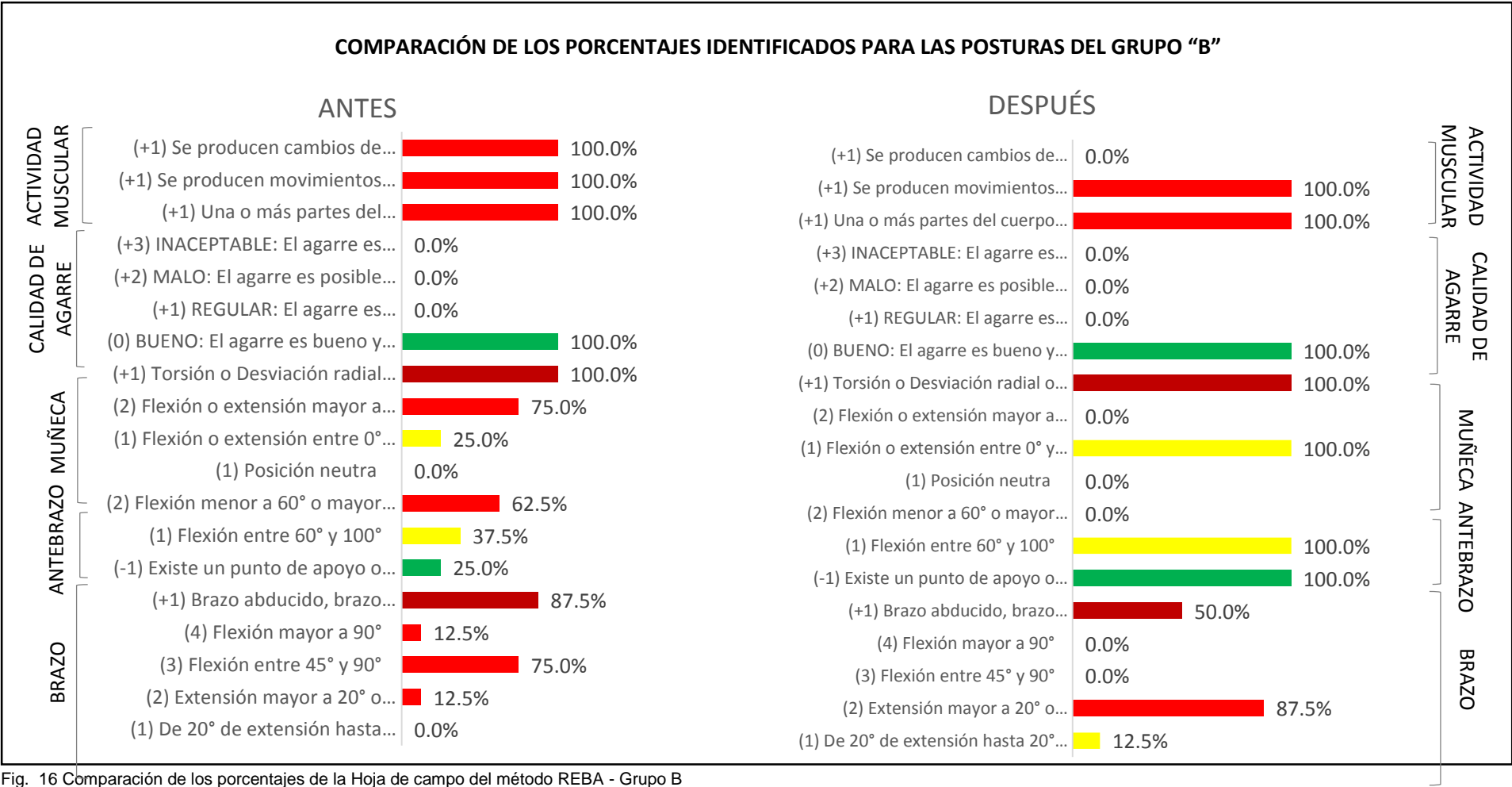


Fig. 16 Comparación de los porcentajes de la Hoja de campo del método REBA - Grupo B

FUENTE: Los autores [73]

Los resultados de la aplicación de las medidas de control en referidas a los porcentajes de posturas identificadas en la hoja de campo del método REBA, se muestra en las Figuras 15 y 16, en la segunda se exhibe la comparación del grupo B, donde para la sección del brazo se exhibe que en la medición inicial no existía porcentaje alguno para la postura del brazo de 20° de extensión hasta 20° de flexión, en la medición final este aumentó a un 12.5% equivalente a 01 soldador en esta postura. En la postura de extensión mayor a 20° o flexión mayor a 20° y menor a 45° que inicialmente tenía 12.5% equivalente a 01 soldador, en la medición final aumentó hasta 87.5% equivalente a 07 soldadores. En la medición inicial para la postura de flexión mayor a 45° y 90° del brazo, en la medición inicial se exhibe un 75% equivalente a 06 soldadores, en la medición final se redujo hasta no presentar porcentaje alguno de soldadores que adoptaron esta postura que sumaría 3 puntos a su puntuación parcial. De 12.5% equivalente a 01 soldador en la medición inicial, para la postura de flexión del brazo mayor a 90°, en la medición posterior se redujo hasta no presentar porcentaje alguno. Del mismo modo la puntuación que incrementa en +1 las puntuaciones parciales del brazo en la adopción de la postura de elevación del hombro, brazo abducido o rotación del brazo, donde inicialmente se tenía 87.5% equivalente a 07 soldadores, en la medición posterior se exhibe la reducción hasta 50% que equivale a 04 soldadores que adoptan esta postura. Se observa también el incremento de la postura que disminuye en -1 si existe un punto de reposo para brazo o con postura a favor de la gravedad, pues en la medición inicial se obtuvo 25% equivalente a 02 soldadores y en la medición posterior se obtuvo 100% que equivale a los 08 soldadores de la muestra.

### 6.4.3. Resultados de la aplicación de las medidas de control relacionados con los resultados del diagnóstico inicial del método REBA.

La comparación de los resultados en el tipo de actuación, después de la aplicación del programa de prevención de riesgos disergonómicos, a través del procesamiento de los datos en el software on line REBA, se muestra a continuación en la Fig. 17

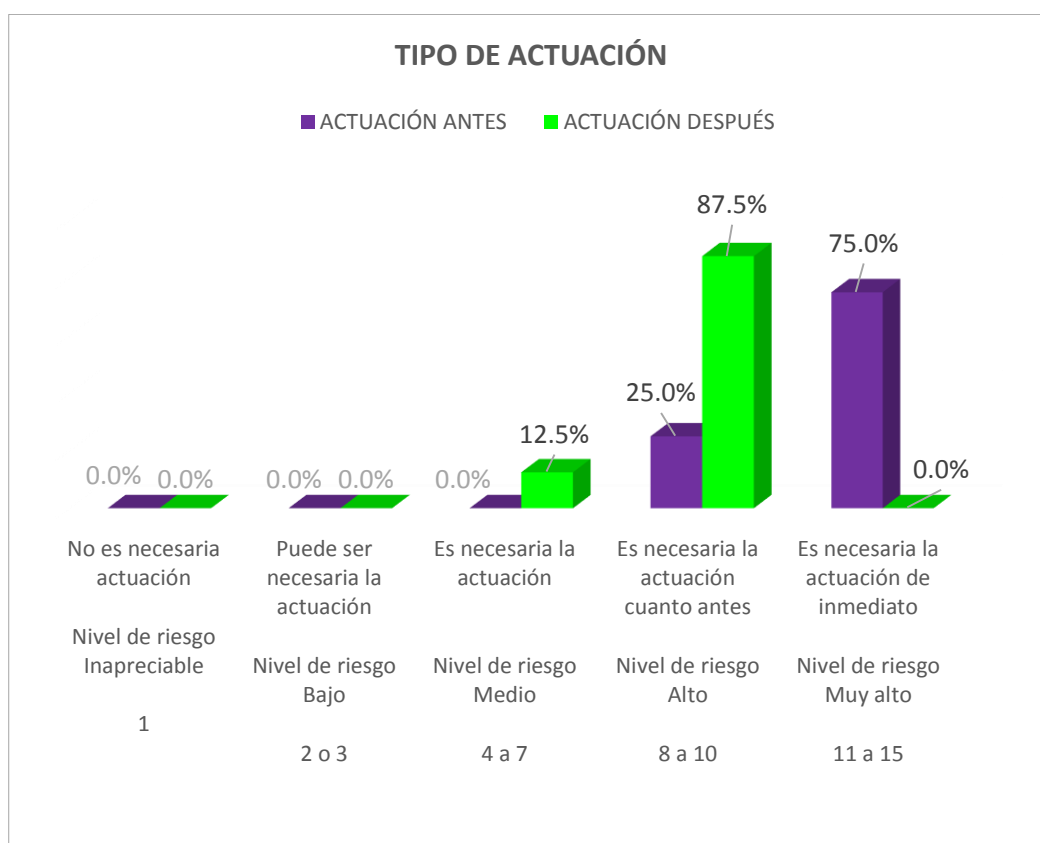


Fig. 17 Tipo de actuación en el método REBA

FUENTE: Los autores [73]

Los datos procesados en el software on line del método REBA, luego de la aplicación de las medidas de control exhiben una disminución del tipo de actuación. Particularmente donde era “necesaria la actuación de inmediato” antes exhibía 75% equivalente a 06 soldadores que obtuvieron puntuaciones entre 11 a 15 alcanzando un nivel de riesgo muy alto y después no se encontró porcentaje alguno. Para donde era “necesaria la actuación

cuanto antes”, antes exhibía un 25% equivalente a 02 soldados que obtuvieron puntuaciones entre 8 a 10 alcanzando un nivel de riesgo alto, en la medición final se incrementó a 87.5% que equivale a 07 soldados en el mismo nivel de riesgo. Donde era “necesaria la actuación” antes no se exhibía porcentaje alguno, pero sí en la medición final, donde mostró 12.5% que equivale a 01 soldador que obtuvo puntuaciones entre 4 a 7, alcanzando un nivel de riesgo medio. No se obtuvieron porcentajes donde “es necesaria la actuación”, “puede ser necesaria la actuación” ni donde “no es necesaria la actuación”.



## **CONCLUSIONES**

### **PRIMERA**

La prevención de los riesgos disergonómicos en el proceso de soldadura de tuberías metálicas de 24" en una empresa minera ha sido posible mediante la implementación de las medidas de control que buscaba la disminución de éstos, lo que valida nuestra hipótesis investigativa, que indica que al existir riesgos disergonómicos en el proceso de soldadura de tuberías metálicas de 24" en una empresa minera, tras la implementación de medidas de control es probable que éstos disminuyan.

### **SEGUNDA**

Se identificaron molestias en la región lumbar, con un 75%, que equivale a 06 soldadores, siendo ésta la zona con mayor porcentaje. Luego se tiene la zona del cuello y la zona de la rodilla derecha con un 62.5% para cada una, que equivale a 05 soldadores en cada caso. La zona de la rodilla izquierda exhibe un 50%, equivalente a 04 soldadores. Las zonas con un 25%, que corresponde a 02 soldadores para cada caso son: la zona del pie derecho, la región glúteos, la mano izquierda y la mano derecha. Las zonas con un 12.5% son el hombro izquierdo, el brazo derecho, la muñeca derecha, la región dorsal y el pie izquierdo, equivalente cada uno a 01 soldador. Las zonas donde no se han identificado porcentajes

son la pierna izquierda, la pierna derecha, el muslo izquierdo, el muslo derecho, la muñeca izquierda, el antebrazo izquierdo, el antebrazo derecho, el codo izquierdo, el codo derecho, el brazo izquierdo y el hombro izquierdo.

### **TERCERA**

Se identificaron posturas que han presentado mayor riesgo disergonómico para ambos grupos corporales. En el grupo A, para las posturas del tronco, la postura en flexión  $> 60^\circ$ ; y la flexión  $> 20^\circ$  y  $\leq 60^\circ$  o extensión  $> 20^\circ$ , fueron adoptadas por 01 soldador respectivamente. Del mismo modo, la postura con inclinación lateral o rotación del cuello (+1) fue adoptada por 04 soldadores. Para las posturas del cuello, la postura en flexión  $> 20^\circ$  o extensión fue adoptada por 05 soldadores. Del mismo modo, la postura con la cabeza rotada o con inclinación lateral (+1) fue adoptada por 06 soldadores. Para las posturas de las piernas, la postura en pie con soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable, fue adoptada por 04 soldadores. La postura en flexión de una o ambas rodillas entre  $30^\circ$  a  $60^\circ$  (+1) y la postura en flexión de una o ambas rodillas de más de  $60^\circ$  (salvo postura sedente), han sido adoptadas por 04 soldadores respectivamente. Para el grupo A, no existe incremento en la puntuación por la carga o fuerza ejercida, pues para este grupo es menor a 5 Kg., es decir que, el peso entre la pinza portalecetrodo y el electrodo no superan el peso indicado.

En el grupo B, para las posturas del brazo, la postura en extensión  $> 20^\circ$  o flexión  $> 20^\circ$  y  $< 45^\circ$  ha sido adoptada por 01 soldador, la postura en flexión  $> 45^\circ$  y  $90^\circ$  ha sido adoptada por 06 soldadores, la postura en flexión  $> 90^\circ$  ha sido adoptada por 01 soldador. Del mismo modo, la postura con el brazo abducido, brazo rotado u hombro elevado (+1) ha sido adoptada por 07 soldadores. Para las posturas del antebrazo, la postura en flexión  $< 60^\circ$  o  $> 100^\circ$  ha sido adoptada por 05 soldadores. Para las posturas de la muñeca, la postura en flexión o extensión  $> 15^\circ$  ha sido adoptada por 06 soldadores. Del mismo modo, la postura con la muñeca en torsión o desviación radial o cubital (+1), ha sido adoptada por 08 soldadores. Para el grupo B, no se realiza ningún un incremento según la calidad de agarre

que se presenta, ya que el agarre es bueno y la fuerza de agarre es de rango medio, representando el 100% de soldadores que presentan este tipo de agarre de la pinza portaelectrodo y el electrodo.

#### **CUARTA**

Al evaluar los riesgos económicos mediante el software on line del método REBA se encontró que para el 75% de puntuaciones equivalente a 06 soldadores es necesaria la actuación de inmediato, pues la puntuación final REBA obtenida está entre 11 y 15 puntos, ubicándolos en el nivel de riesgo más alto. Por otro lado, para el 25% equivalente a 02 soldadores es necesaria la actuación cuanto antes, pues la puntuación obtenida está entre 8 a 10 puntos, ubicándolos en un nivel de riesgo alto. Asimismo, no se han registrado porcentajes en las puntuaciones comprendidas de 4 a 7, de 2 a 3 ni la puntuación 1.

#### **QUINTA**

Luego de determinar el nivel de riesgo según el método REBA, se ha determinado las medidas preventivas contenidas dentro del programa de prevención de riesgos disergonómicos para el área de soldeo en línea. Las medidas desarrolladas son controles administrativos (capacitaciones, pausas activas, campaña ergonómica) y para el control referido a los EPPs (entrega de rodillera profesional de soldador y la entrega de plancha ignífuga) para la actividad de soldeo en línea de tuberías metálicas de 24" en campo.

#### **SEXTA**

La aplicación de las medidas de control han dado los siguientes resultados:

Para las molestias corporales identificadas mediante el Diagrama de Corlett y Bishop, se ha logrado la reducción de las molestias (dolor) de 75% de respuestas en la región lumbar hasta llegar a un 50%, en el cuello se ha reducido de 62.5% a 37.5%, en la rodilla derecha de 62.5% a no tener respuestas, en la rodilla derecha de 50% a 37.5%, en el pie derecho,

región glúteos, mano derecha de 25% a 12.55 respectivamente y en el pie derecho, región dorsal, brazo derecho, hombro derecho de 12.5% hasta no presentar porcentaje alguno.

Para las posturas que puedan representar mayor riesgo disergonómico, por medio de la aplicación de la Hoja de campo del método REBA, se han reducido los porcentajes de posturas de los mismos: En el grupo A, la postura en flexión  $> 60^\circ$ ; y la flexión  $> 20^\circ$  y  $\leq 60^\circ$  o extensión  $> 20^\circ$  del tronco, adoptada por 01 soldador se han reducido a cero. La postura del tronco con inclinación lateral o rotación (+1) que fue adoptada por 04 soldadores se ha incrementado a 07. La postura del cuello en flexión  $> 20^\circ$  o extensión adoptada por 05 soldadores se ha reducido a cero. La postura con la cabeza rotada o con inclinación lateral (+1) adoptada por 06 soldadores se incrementó a 08. La postura en pie con soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable, adoptada por 04 soldadores se ha incrementado a 07, la postura en flexión de una o ambas rodillas entre  $30^\circ$  a  $60^\circ$  (+1) se ha incrementado a 07 y la postura en flexión de una o ambas rodillas de más de  $60^\circ$  (salvo postura sedente) (+2), adoptada por 04 soldadores se ha reducido a 01. No existe variación sobre el incremento en la puntuación por la carga o fuerza ejercida.

En el grupo B, la postura en extensión del brazo  $> 20^\circ$  o flexión  $> 20^\circ$  y  $< 45^\circ$  adoptada por 01 soldador incrementó a 07. La postura en flexión del brazo  $> 45^\circ$  y  $90^\circ$  adoptada por 06 soldadores se redujo a cero. La postura del brazo en flexión  $> 90^\circ$  adoptada por 01 soldador se redujo a cero. La postura con el brazo abducido, brazo rotado u hombro elevado (+1) adoptada por 07 soldadores redujo a 04. La postura en flexión  $< 60^\circ$  o  $> 100^\circ$  del antebrazo adoptada por 05 soldadores se redujo a cero. La postura en flexión o extensión  $> 15^\circ$  de la muñeca adoptada por 06 soldadores se redujo a cero. La postura con la muñeca en torsión o desviación radial o cubital (+1) adoptada por 08 soldadores no ha tenido variación. No existe variación sobre el incremento en la puntuación por la calidad de agarre.

En la puntuación "C", para ambos grupos A y B, de los 08 soldadores que evidencian cambios de postura importantes o posturas inestables, se ha reducido a cero soldadores y

de los 08 soldadores que presentan movimientos repetitivos y que tienen una o más partes del cuerpo que permanecen estáticas continúa sin variación.

Para los resultados del software on line del método REBA, se tiene la disminución del tipo de actuación en general: Donde era “necesaria la actuación de inmediato” se ha reducido de 06 soldadores a cero soldadores que necesitan esta actuación. Donde era “necesaria la actuación cuanto antes”, se ha incrementado de 02 soldadores a 07 soldadores que necesitan esta actuación. Donde era “necesaria la actuación” se incrementó cero soldadores a 01 soldador. No se obtuvo variación donde “es necesaria la actuación, tampoco donde “puede ser necesaria la actuación” ni donde “no es necesaria la actuación”.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar con la prevención de riesgos disergonómicos en el proceso de soldadura de tuberías metálicas de 24" en todas las áreas de la empresa minera de manera integral.

Se sugiere la aplicación de otros instrumentos para consolidar la percepción del trabajador frente a las dolencias, trastornos musculoesqueléticos y las posturas que puedan resultar dañinas para su organismo en la realización de las actividades de soldadura, pues al identificarse con antelación se podrán aplicar medidas de control de manera preventiva. Del mismo modo se recomienda la aplicación de Exámenes Médicos Ocupacionales relacionados con los Trastornos osteomusculares por parte de la Empresa.

Es necesario realizar mejores mediciones a partir de la hoja de campo del método REBA, donde se pueda establecer secuencialmente todo el proceso de soldadura de tuberías inicialmente de 24" y posteriormente para todas las áreas que pertenecen a la Empresa para reducir los riesgos disergonómicos asociados a las actividades de la Empresa.

Se debe complementar las mediciones de método REBA con otros instrumentos que puedan evaluar otros aspectos relacionados a las actividades de soldadura de tuberías metálicas con la intención de otorgar mejores soluciones a partir del análisis de dichos resultados con el objetivo de reducir aún más los riesgos disergonómicos a los que están expuestos los soldadores de tuberías metálicas en una empresa minera. De esta manera se podrán aplicar dentro de la jerarquía de controles mejoras en el puesto laboral más efectivas en conjunto.

Incluir las medidas de control duras (eliminar, sustituir, control de ingeniería) en el proceso de soldadura de tuberías metálicas de 24" si fuesen necesarias según la evaluación ergonómica aplicada.

Se recomienda la especificación por cada soldador y su evolución referida a la exposición a los factores de riesgo disergonómico mediante la comparación de los resultados individuales luego de la aplicación del Diagrama de Corlett, la Hoja de campo del método REBA y el software on line del método REBA.

## ANEXOS

### ANEXO 01

#### HOJA DE CAMPO DEL MÉTODO REBA

Nombre del Trabajador o trabajador N° \_\_\_\_\_

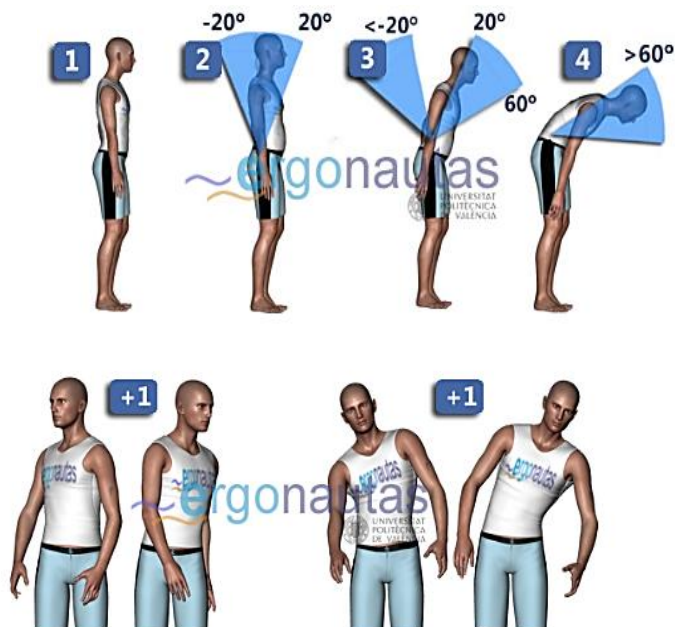
Puesto laboral \_\_\_\_\_

Fechas: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

Años de trabajo: \_\_\_\_\_ Turno: \_\_\_\_\_

#### GRUPO "A"

POSTURAS DEL TRONCO							
MOVIMIENTO	PUNTOS	SI	NO	CARGA O FUERZA EJERCIDA	PUNTOS	SI	NO
Tronco Erguido	1			< 5 Kg	0		
0° a 20° de flexión o extensión	2			Entre 5 y 10 Kg	+1		
20° a 60° de flexión	3			> 10 Kg	+2		
> a 20° de extensión o flexión	4			CARGA O FUERZA BRUSCA	PUNTOS	SI	NO
+ rotación o inclinación lateral	+1			Cargas o fuerzas bruscas	+1		
<b>SUB TOTAL movimientos</b>				<b>+ Puntuaciones parciales</b>			





POSTURAS DEL CUELLO							
MOVIMIENTO	PUNTOS	SI	NO	CARGA O FUERZA EJERCIDA	PUNTOS	SI	NO
0° a 20° de flexión	1			< 5 Kg	0		
				Entre 5 y 10 Kg	+1		
Mayor a 20° de extensión o flexión	2			> 10 Kg	+2		
				CARGA O FUERZA BRUSCA	PUNTOS	SI	NO
+ rotación o inclinación lateral	+1			Cargas o fuerzas bruscas	+1		
<b>SUB TOTAL movimientos</b>				<b>+ Puntuaciones parciales</b>			



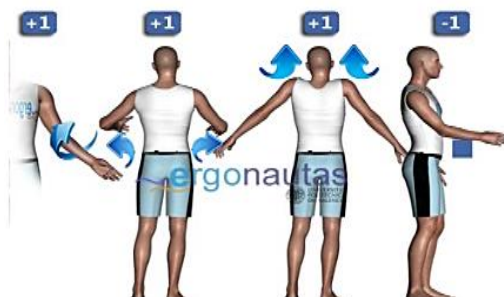
POSTURAS DE LAS PIERNAS							
MOVIMIENTO	PUNTOS	SI	NO	CARGA O FUERZA EJERCIDA	PUNTOS	SI	NO
Sentado, andando o de pie con soporte bilateral simétrico	1			< 5 Kg	0		
				Entre 5 y 10 Kg	+1		
De pie con soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2			> 10 Kg	+2		
+ flexión de una o ambas rodillas entre 30° a 60°	+1			CARGA O FUERZA BRUSCA	PUNTOS	SI	NO
+ flexión de una o ambas rodillas mayor a 60° salvo postura sentado	+2			Cargas o fuerzas bruscas	+1		
<b>SUB TOTAL movimientos</b>				<b>+ Puntuaciones parciales</b>			



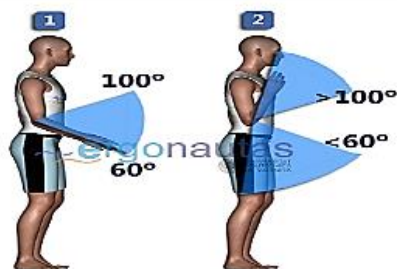
TIPO DE ACTIVIDAD MUSCULAR	PUNTOS	SI	NO
Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas.	+1		
Se producen movimientos repetitivos.	+1		
Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables	+1		
<b>+ Tipo de actividad muscular</b>			

## GRUPO “B”

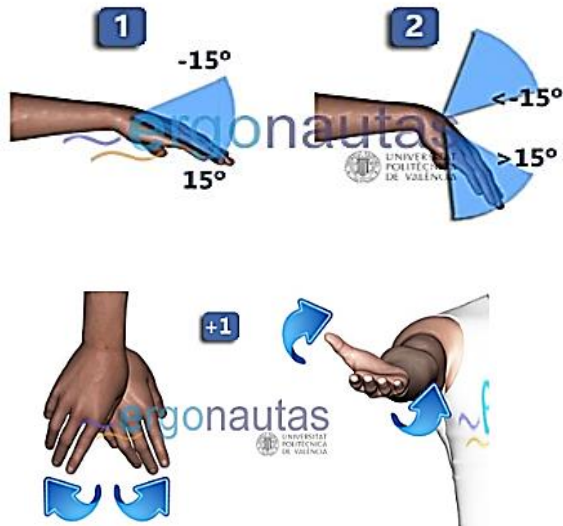
POSTURAS DEL BRAZO							
MOVIMIENTO	PUNTOS	SI	NO	CALIDAD DE AGARRE	PUNTOS	SI	NO
De 20° de extensión hasta 20° de flexión	1			BUENO	0		
Extensión mayor a 20° o flexión mayor a 20° y menor a 45°	2			REGULAR	+1		
Flexión mayor a 45° y 90°	3			MALO	+2		
Flexión mayor a 90°	4			INACEPTABLE	+3		
+ elevación del hombro, brazo abducido (separado del tronco en plano sagital) o rotación del brazo	+1						
- con punto de reposo para brazo o con postura a favor de la gravedad	-1						
SUB TOTAL movimientos				+ Puntuaciones parciales			



POSTURAS DEL ANTEBRAZO							
MOVIMIENTO	PUNTOS	SI	NO	CALIDAD DE AGARRE	PUNTOS	SI	NO
Flexión entre 60° a 100°	1			BUENO	0		
				REGULAR	+1		
				MALO	+2		
Flexión < a 60° o > a 100°	2			INACEPTABLE	+3		
SUB TOTAL movimientos				+ Puntuaciones parciales			



POSTURAS DE LA MUÑECA							
MOVIMIENTO	PUNTOS	SI	NO	CALIDAD DE AGARRE	PUNTOS	SI	NO
Posición neutra	1			BUENO	0		
Flexión o extensión mayor a 0° y menor a 15°	1			REGULAR	+1		
Flexión o extensión mayor a 15°	2			MALO	+2		
+ Con desviación radial o cubital o se evidencia torsión de la muñeca	+1			INACEPTABLE	+3		
SUB TOTAL movimientos				+ Puntuaciones parciales			



TIPO DE ACTIVIDAD MUSCULAR	PUNTOS	SI	NO
Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas.	+1		
Se producen movimientos repetitivos.	+1		
Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables	+1		
+ Tipo de actividad muscular			

[73] Modificado a partir de [78, pp. 28,29], [79, p. 32], [56, p. 54], [54, p. 197]

## ANEXO 02

### DIAGRAMA DE CORLETT Y BISHOP

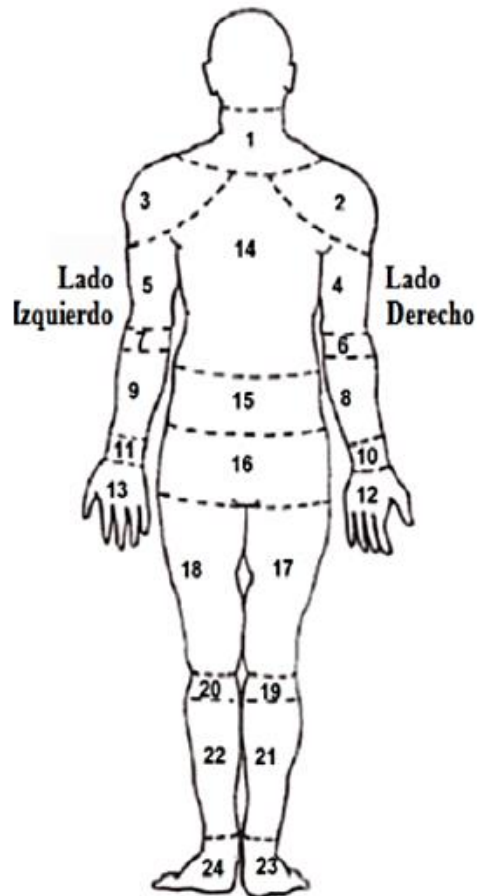


Fig. 22 Diagrama de Corlett y Bishop [70, p. 12]

Nº de identificación	Parte del cuerpo	Nº de identificación	Parte del cuerpo
1	Cuello	13	Mano izquierda
2	Hombro derecho	14	Región dorsal
3	Hombro izquierdo	15	Región lumbar
4	Brazo derecho	16	Región glúteos
5	Brazo izquierdo	17	Muslo derecho
6	Codo derecho	18	Muslo izquierdo
7	Codo izquierdo	19	Rodilla derecha
8	Antebrazo derecho	20	Rodilla izquierda
9	Antebrazo izquierdo	21	Pierna derecha
10	Muñeca derecha	22	Pierna izquierda
11	Muñeca izquierda	23	Pie derecho
12	Mano derecha	24	Pie izquierdo

[73] Modificado a partir de [70, p. 12]

## ANEXO 03

### PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS DISERGONÓMICOS

	PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS DISERGONÓMICOS		
	Código:	Versión: 00	
	Fecha de elaboración:	Página: 01 de 03	

#### 1. INTRODUCCIÓN

Los riesgos disergonómicos tienen un origen muy variado, este cambia en cada organización, estos generan y generan condiciones y diversos efectos en los trabajadores y personal externo, pudiendo afectar en su desempeño laboral, su salud u otros aspectos de este trabajador.

Con la intención de prever sus efectos hay varios instrumentos y metodologías para intervenir ergonómicamente, específicamente para riesgos disergonómicos se ha presentado este instrumento de gestión para prevenir estos en el proceso de soldadura de tuberías metálicas de 24" en una empresa minera.

#### 2. ALCANCE

Para todos los soldadores del área de soldeo en línea de una Empresa minera, con la intención de prevenir lesiones y enfermedades ocupacionales

#### 3. OBJETIVO GENERAL

Prevenir los riesgos disergonómicos en el proceso de soldadura de tuberías metálicas de 24" en una Empresa minera.

##### 3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Dar a conocer los riesgos relacionados a las posturas, movimientos repetitivos, agarre, fuerza, posturas inestables, cambios de postura, entre otros.
- Optimizar las posturas adoptadas en el proceso de soldadura de tuberías metálicas de 24"
- Propiciar el fortalecimiento de las zonas musculares relacionadas a la actividad de soldadura
- Prevenir la adopción de posturas inadecuadas
- Prevenir la generación de T.M.E relacionados con las actividades de soldadura de tuberías metálicas de 24".
- Mejorar la calidad de vida de los soldadores centro laboral.

#### 4. DESARROLLO

El Programa consta de las siguientes actividades:

- Programa de capacitaciones
- Programa de pausas activas
- Campaña ergonómica

## ANEXO 03-A

### PROGRAMA DE CAPACITACIONES

PROGRAMA DE CAPACITACIONES	
Código:	Versión: 00
Fecha de elaboración:	Página: 01 de 03

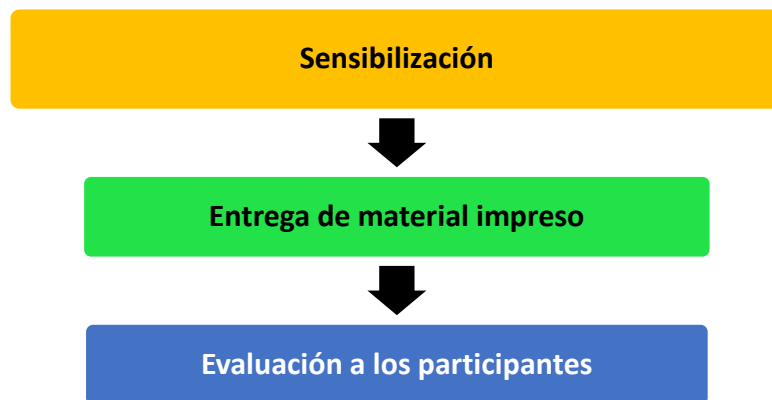
#### 1. ALCANCE:

Soldadores de tuberías de 24" del área de soldeo en línea en una empresa minera.

#### 2. OBJETIVOS:

- Concientizar al personal soldador sobre los riesgos disergonómicos presentes en las labores del soldeo de tuberías metálicas de 24".
- Prevenir la producción de trastornos musculo esqueléticos.

#### 3. METODOLOGÍA:



- **Capacitación en taller (sensibilización):** Exposición de información relacionada con las sesiones de capacitaciones por medio de diapositivas, exposición hablada, presentación de audiovisuales.
- **Entrega de material impreso:** Se proporciona folletos, formatos, registros a completar, etc.
- **Evaluación a los participantes:** Se realiza la evaluación en examen escrito para reconocer el nivel de conocimiento de lo capacitado.

#### 4. TEMAS DE CAPACITACIÓN:

**SESIÓN 01** "Ergonomía general en el puesto de trabajo" (Expositiva 30')

**SESIÓN 02** "Correcta mecánica postural" (Expositiva 45')

**SESIÓN 03** "Tipo de actividad muscular" (Expositiva 30')

**SESIÓN 04** "Manipulación de elementos del proceso de soldadura" (Expositiva 30')

## ANEXO 03-A1

### ERGONOMÍA GENERAL EN EL PUESTO DE TRABAJO

	PROCEDIMIENTO DE CAPACITACIONES		
	“Ergonomía general en el puesto de trabajo”		
	Código:	Versión: 00	
	Fecha de elaboración:	Página: 01 de 03	

#### 1. ALCANCE:

Soldadores de tuberías de 24” del área de soldeo en línea en una empresa minera.

#### 2. OBJETIVOS:

- Transferir conocimiento técnico sobre los riesgos disergonómicos del proceso de soldadura de tuberías de 24”

#### 3. DEFINICIONES:

**3.1. Ergonomía.** Ciencia denominada ingeniería humana, cuyo objetivo es mejorar la interacción entre los ambientes laborales, máquinas y el trabajador, para adecuar el puesto, ambiente y organización del trabajo a sus capacidades y limitaciones. [16], [10], [9]

**3.2. Exposición.** Existencia de condiciones y un medio ambiente laboral con algún nivel de riesgo para los trabajadores. [10]

**3.3. Factores de riesgo disergonómico.** Agrupamiento de aspectos de la(s) actividad(es) o del(os) lugar(es) de trabajo, que aumentan la probabilidad de desarrollar una daño en jornada de trabajo por la exposición a ellos. [16]

**3.4. Riesgo disergonómico.** Probabilidad de poder ser partícipe de un evento no deseado, que resulta adverso (enfermedad o accidente) en la jornada laboral, por ciertos factores de riesgo disergonómico. [16]

#### 4. PROCEDIMIENTO:

Esta sesión de trabajo desarrolló:

- **Capacitación en taller (sensibilización):**

Se brinda información relacionada con conceptos básicos de Ergonomía, riesgo disergonómico en el puesto laboral, factores del riesgo disergonómico, entre otros temas en las sesiones mediante diapositivas, exposición hablada, presentación de audiovisuales, entre otras.

- **Entrega de material impreso:**

Se proporciona folletos, formatos, registros a completar, etc. que contienen información relacionada a las capacitaciones de Ergonomía general.

## **ERGONOMÍA GENERAL EN EL PUESTO DE TRABAJO**

### **¿Qué es la Ergonomía?**

Ciencia denominada ingeniería humana, cuyo objetivo es mejorar la interacción entre los ambientes laborales, máquinas y el trabajador, para adecuar el puesto, ambiente y organización del trabajo a sus capacidades y limitaciones, minimizando así, el estrés y la fatiga para elevar el rendimiento y la seguridad de los trabajadores. [16], [10], [9]

### **¿En qué consiste estar expuesto?**

Es la existencia de condiciones y un medio ambiente laboral con algún nivel de riesgo para los trabajadores. [10]

### **¿Qué son los factores de riesgo disergonómico?**

Es el agrupamiento de aspectos de la(s) actividad(es) o del(os) puesto(s), que aumentan la probabilidad de desarrollar un daño en la jornada de trabajo por la exposición a ellos. [16]

### **¿Qué es el riesgo disergonómico?**

Es la probabilidad de poder ser partícipe de un evento no deseado, que resulta adverso (enfermedad o accidente) en la jornada laboral, por ciertos factores de riesgo disergonómico. [16]

### **¿Qué significa carga?**

Cualquier objeto que puede ser movilizado (personas, animales, cosas) que precisen esfuerzo de la persona para ser movilizado o colocarse en su lugar final. [16]

### **¿En qué consiste la carga de trabajo?**

Es el agrupamiento de exigencias tanto mentales y físicos bajo los que está supeditado el trabajador en su jornada de trabajo. [44]

### **¿En qué consiste la carga física del trabajo?**

Es el agrupamiento de requerimientos físicos donde la persona se encuentra expuesta en su jornada de trabajo, y puede generar menoscabo a la salud de quienes están expuestos a su intensidad, duración o su frecuencia. [16]

### **¿En qué consiste el estiramiento muscular?**

Es la ejecución de ejercicios, en donde los músculos, los tendones, fascias y cápsulas articulares se someten a un alargamiento, para adquirir o mantener su flexibilidad. [80]

### **Y ¿Qué es la exposición?**

Es la existencia de condiciones y un medio ambiente laboral con algún nivel de riesgo para los trabajadores. [10]

### **¿Cuándo decimos que adoptamos posturas forzadas?**

Es cuando adoptamos posturas donde una o algunas secciones del cuerpo no se encuentran en la posición de confort natural y se sitúan para pasar a una postura que conlleva grandes extensiones, grandes flexiones y/o grandes rotaciones osteoarticulares. [16]

### **¿Qué es una postura inadecuada?**

La cual donde se distancia de la posición neutra o fisiológica, ya sea en estado de reposo o en actividad, provocando dolor y cansancio. [35, p. 16]

### **Estiramiento muscular**

Ejecución de ejercicios, en donde los músculos, los tendones, fascias y cápsulas articulares se someten a un alargamiento, para adquirir o mantener su flexibilidad. [80]

### **Repetitividad de movimientos**



Son tareas donde se realizan mismos movimientos repetitivamente, las tareas con altos niveles de repetición pueden convertirse en fuentes de T.M.E, aun cuando las fuerzas requeridas sean mínimas y normalmente seguras [38, p. 17]

### **Agarre**

Es la mezcla de la aplicación de una fuerza junto a una posición, donde interviene la mano con un objeto. [35, p. 18]

### **Carga**

Cualquier objeto que puede ser movilizado (personas, animales, cosas) que precisen esfuerzo de la persona para ser movilizado o colocarse en su lugar final. [16]

### **Trastornos músculo esqueléticos**

Los T.M.E son las deficiencias que se presentan en el organismo del individuo en formaciones óseas y tejidos blandos (músculos, tendones, nervios) [38, p. 14]

## ANEXO 03-A2

### Correcta mecánica postural

	PROCEDIMIENTO DE CAPACITACIONES “Correcta mecánica postural”		
	Código:	Versión: 00	
	Fecha de elaboración:	Página: 01 de 03	

#### 1. ALCANCE:

Soldadores de tuberías de 24” del área de soldeo en línea en una empresa minera.

#### 2. OBJETIVOS:

- Prevenir la adopción de posturas fuera de la posición neutra.
- Prevenir cambios de postura importantes
- Prevenir la adopción de posturas inestables
- Evitar que se desarrollen torsión y flexión del cuerpo en conjunto.
- Evitar la producción de rotación o inclinación lateral del tronco

#### 3. DEFINICIONES:

**3.1. Carga.** Cualquier objeto que puede ser movilizado (personas, animales, cosas) que precisen esfuerzo de la persona para ser movilizado o colocarse en su lugar final. [16]

**3.2. Carga de trabajo.** Agrupamiento de requerimientos tanto mentales y físicos donde se ve sometido el trabajador en su jornada de trabajo. [44]

**3.3. Carga física del trabajo.** Agrupamiento de requerimientos físicos donde la persona se encuentra expuesta en su jornada de trabajo, y puede generar menoscabo a la salud de quienes están expuestos a su intensidad, duración o su frecuencia. [16]

**3.4. Estiramiento muscular.** Ejecución de ejercicios, en donde los músculos, los tendones, fascias y cápsulas articulares se someten a un alargamiento, para adquirir o mantener su flexibilidad. [80]

**3.5. Exposición.** Existencia de condiciones y un medio ambiente laboral con algún nivel de riesgo para los trabajadores. [10]

#### 4. PROCEDIMIENTO:

Esta sesión de trabajo desarrolló:

- **Capacitación en taller (sensibilización):**

Se brinda información relacionada con conceptos de sobrecarga postural, posturas inestables adoptadas, cambios de postura importantes, entre otros temas en las sesiones mediante diapositivas, exposición hablada, presentación de audiovisuales, entre otras.

- **Entrega de material impreso:**

Se proporciona folletos, registros a completar, etc. que contienen información relacionada a las capacitaciones de sobrecarga postural, posturas inestables, cambios de postura que resulten importantes en el puesto de trabajo.

## RECOMENDACIONES A SEGUIR PARA MANTENER UNA CORRECTA MECÁNICA POSTURAL

### Recomendaciones para las posturas del grupo de miembros A



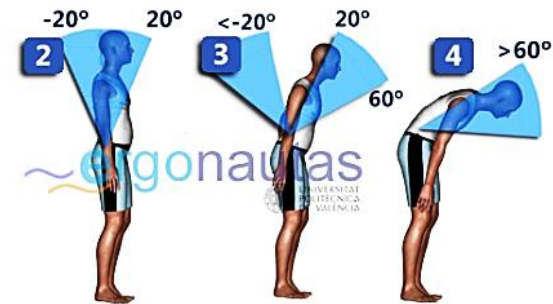
### PARA LA SECCIÓN DEL TRONCO

En la medida de lo posible se debe de adoptar la postura neutra, para la sección del tronco



**1** Postura con el **tronco erguido**

Evitar la adopción de las posturas del tronco dentro de los rangos que a continuación se exhiben:



- 2** Postura con **flexión o extensión** entre  $0^\circ$  y  $20^\circ$
- 3** Postura con **flexión**  $>20^\circ$  y  $\leq 60^\circ$  o **extensión**  $>20^\circ$
- 4** Postura con **flexión**  $>60^\circ$

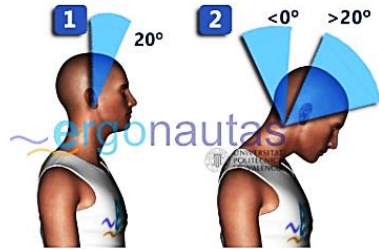
Del mismo modo se debe de **evitar** la adopción de posturas que incrementan la valoración del riesgo, posibilitando la generación de trastornos musculo esqueléticos, en la zona del tronco, estas posturas son:



**+1** Postura del tronco con **inclinación lateral o rotación**

## PARA LA SECCIÓN DEL CUELLO

Se debe de evitar la adopción de las siguientes posturas:



- 1 Postura con **flexión** entre 0° y 20°
- 2 Postura con **flexión** >20° o extensión

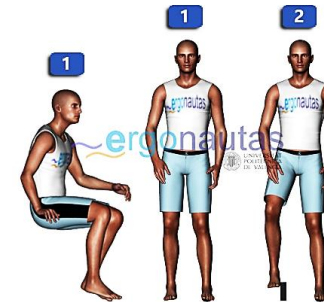
Del mismo modo se debe de evitar la adopción de posturas que incrementan la valoración del riesgo, posibilitando la generación de trastornos musculo esqueléticos, en la zona del cuello, estas posturas son:



- +1 Postura con la cabeza rotada o con inclinación lateral

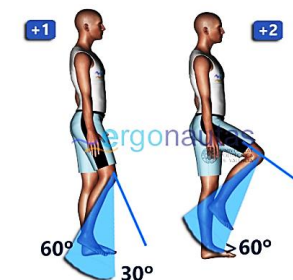
## PARA LA SECCIÓN DE LAS PIERNAS

Se debe de evitar la adopción de las siguientes posturas:



- 1 Sentado, andando o de pie con soporte bilateral simétrico
- 2 De pie con soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable

Del mismo modo se debe de evitar la adopción de posturas que incrementan la valoración del riesgo, posibilitando la generación de trastornos musculo esqueléticos, en la zona de las piernas, estas posturas son:



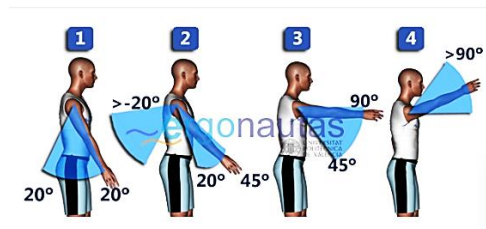
- +1 Flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°
- +2 Flexión de una o ambas rodillas de más de 60°

## Recomendaciones para el grupo de miembros B



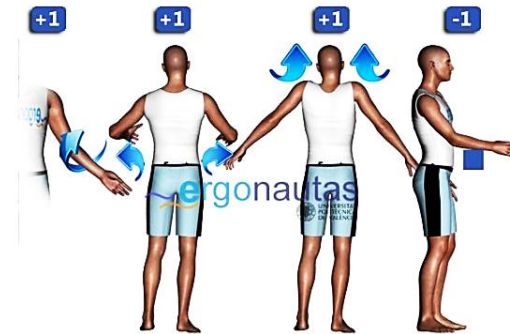
### PARA LA SECCIÓN DEL BRAZO

Se debe de evitar la adopción de las siguientes posturas:



- 1 Postura desde 20° de extensión a 20° de flexión
- 2 Postura con extensión >20° o flexión >20° y <45°
- 3 Postura con flexión >45° y 90°
- 4 Postura con flexión >90°

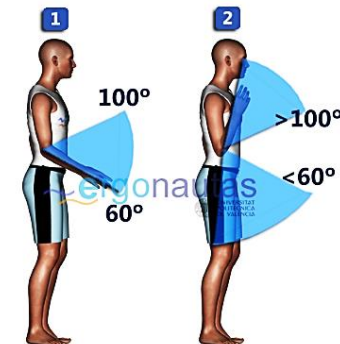
Del mismo modo se debe de evitar la adopción de posturas que incrementan la valoración del riesgo, posibilitando la generación de trastornos musculoesqueléticos, en la zona del brazo, estas posturas son:



- 1 Brazo abducido, rotado u hombro elevado
- +1 Existe un punto de apoyo o la postura a favor de la gravedad

### PARA LA SECCIÓN DEL ANTEBRAZO

Se debe de evitar la adopción de las siguientes posturas:



- 1 Postura con flexión entre 60° y 100°
- 3 Postura con flexión <60° o >100°

## PARA LA SECCIÓN DE LA MUÑECA

Se debe de evitar la adopción de las siguientes posturas:



**1** Postura neutra

**1** Postura con flexión o extensión  $> 0^\circ$  y  $< 15^\circ$

**2** Postura con flexión o extensión  $> 15^\circ$

Del mismo modo se debe de evitar la adopción de posturas que incrementan la valoración del riesgo, posibilitando la generación de trastornos musculoesqueléticos, en la zona de la muñeca, estas posturas son:



**+1** Postura con torsión o desviación radial o cubital

## ANEXO 03-A3

### Tipo de actividad muscular

	PROCEDIMIENTO DE CAPACITACIONES “Tipo de actividad muscular”		
	Código:	Versión: 00	
	Fecha de elaboración:	Página: 01 de 03	

#### 1. ALCANCE:

Soldadores de tuberías de 24” del área de soldeo en línea en una empresa minera.

#### 2. OBJETIVOS:

- Prevenir la ejecución de movimientos repetitivos por más de un minuto
- Prevenir posturas parado, arrodillado por más de un minuto

#### 3. DEFINICIONES:

**3.1. Estiramiento muscular.** Ejecución de ejercicios, en donde los músculos, los tendones, fascias y cápsulas articulares se someten a un alargamiento, para adquirir o mantener su flexibilidad. [80]

**3.2. Trabajo muscular estático.** Es el trabajo donde la contracción de los músculos no genera movimientos visibles, también se desarrollan mecanismos fisiológicos. Entre los mecanismos fisiológicos se ejecuta la ventilación pulmonar, la frecuencia cardiaca y el gasto cardiaco permanecen estables, se incrementa la presión en el interior del musculo y el aporte de oxígeno y nutrientes al músculo se obstaculiza produciendo fatiga. [37, p. 29]

**3.3. Repetitividad de movimientos.** Son tareas donde se realizan mismos movimientos repetitivamente, las tareas con altos niveles de repetición pueden convertirse en fuentes de T.M.E, aun cuando las fuerzas requeridas sean mínimas y normalmente seguras [38, p. 17]

#### 4. PROCEDIMIENTO:

Esta sesión de trabajo desarrolló:

- **Capacitación en taller (sensibilización):**

Se brinda información relacionada con conceptos de movimientos repetitivos, los cuales se desarrollen por más de un minuto en las labores de soldadura de tuberías metálicas de 24”, partes del cuerpo que permanezcan estáticas durante la ejecución de tareas de soldadura de tuberías en campo, entre otros temas en las sesiones mediante diapositivas, exposición hablada, presentación de audiovisuales, entre otras.

- **Entrega de material impreso:**

Se proporciona folletos, registros a completar, etc. que contienen información relacionada a las capacitaciones tipo de actividad muscular en el puesto de trabajo.

## MEDIDAS DE CONTROL RELACIONADAS

### TIPO DE ACTIVIDAD MUSCULAR

#### CUANDO:

**+1** 1 o más partes del cuerpo que permanezcan estáticas

- Evitar que en la adopción de las posturas del proceso de soldadura de tuberías metálicas de 24", estén 1 o más partes del cuerpo que permanezcan estáticas.
- Alternar las posturas arrodilladas, ya sea con una o dos rodillas, las cuales se mantengan por más de 1 minuto. Para ello se recomienda:
- Realizar la rotación de actividades de soldadura durante la misma.
- Realizar descansos breves a las actividades de soldadura
- Realizar los ejercicios de estiramiento muscular de la sección de pausas activas.
- Habilitar un asiento para descansos breves entre actividades.

Pues si esto no se cumple, se incrementa la probabilidad de desarrollar trastornos óseo musculares.

#### CUANDO:

**+1** Se producen movimientos repetitivos

- Evitar que en la adopción de las posturas del proceso de soldadura de tuberías metálicas de 24", se produzcan movimientos repetitivos, para ello se recomienda:
- Rotar las actividades si el soldador repite el mismo movimiento muscular más de cuatro veces por minuto, si se realizan estos durante más de dos horas por día.

Pues si esto no se cumple, se incrementa la probabilidad de desarrollar trastornos óseo musculares.

#### CUANDO:

**+1** Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables

- Evitar que en la adopción de las posturas del proceso de soldadura de tuberías metálicas de 24", se produzcan cambios de postura importantes o se adopten posturas inestables, para ello se recomienda:

Pues si esto no se cumple, se incrementa la probabilidad de desarrollar trastornos óseo musculares.



## ANEXO 03-A4

### Manipulación de elementos del proceso de soldadura

	PROCEDIMIENTO DE CAPACITACIONES “Manipulación de elementos del proceso de soldadura”	
	Código:	Versión: 00
	Fecha de elaboración:	Página: 01 de 03

#### 1. ALCANCE:

Soldadores de tuberías de 24” del área de soldeo en línea en una empresa minera.

#### 2. OBJETIVOS:

- Prevenir movimientos innecesarios en el proceso de apuntalado y rellenado de uniones.
- Prevenir un agarre inadecuado de la pinza portalectrodo.

#### 3. DEFINICIONES:

**3.1. Agarre.** Es la mezcla de la aplicación de una fuerza junto a una posición, donde interviene la mano con un objeto. [35, p. 18]

**3.2. Carga.** Cualquier objeto que puede ser movilizado (personas, animales, cosas) que precisen esfuerzo de la persona para ser movilizado o colocarse en su lugar final. [16]

**3.3. Trastornos músculo esqueléticos.** Los T.M.E son las deficiencias que se presentan en el organismo del individuo en formaciones óseas y tejidos blandos (músculos, tendones, nervios) [38, p. 14]

#### 4. PROCEDIMIENTO:

Esta sesión de trabajo desarrolló:

- **Capacitación en taller (sensibilización):**

Se brinda información relacionada con conceptos de la correcta manipulación manual de la pinza portalectrodo, el uso adecuado de los elementos anexos a la pinza portaelectrodo (cable, pinza, electrodo, pinza de masa) en el proceso de soldadura de tuberías metálicas de 24”, el uso adecuado de guantes de soldador, entre otros temas en las sesiones mediante diapositivas, exposición hablada, presentación de audiovisuales, entre otras.

- **Entrega de material impreso:**

Se proporciona folletos, registros a completar, etc. que contienen información relacionada a las capacitaciones de la manipulación de elementos del proceso del soldadura de tuberías metálicas de 24” en el puesto de trabajo.

## MANIPULACIÓN ADECUADA DE LOS ELEMENTOS DEL PROCESO DE SOLDADURA DE TUBERÍAS METÁLICAS DE 24"

### Pinza portaelectrodo

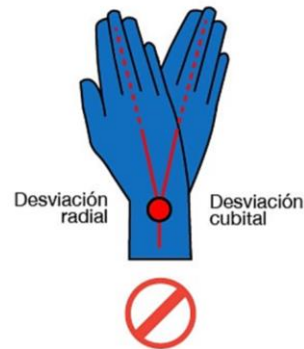
#### Características básicas:

- Portaelectrodo con mango ventilado (para evitar el calentamiento por la soldadura)
- La pinza portaelectrodo de palanca debe de sujetar el electrodo fijamente para evitar que se suelte o tener que adoptar otras posturas que son forzadas para retomar la soldadura desviada.
- El mango debe de ser adecuado para un agarre bueno de material aislante y ergonómico (que permita largas horas de sujeción sin molestias de agarre).
- El tamaño debe permitir una manipulación adecuada y que no incremente el peso del mismo. Se recomienda un tamaño de 40x250x75 mm. Y que pueda soportar electrodos desde 2.00 mm. hasta 6.35 mm.
- Debe permitir la fijación firme de electrodos entre 45° y 180°
- La sujeción al momento de soldar debe permitir la adopción de una posición neutra de la muñeca

#### Postura neutra



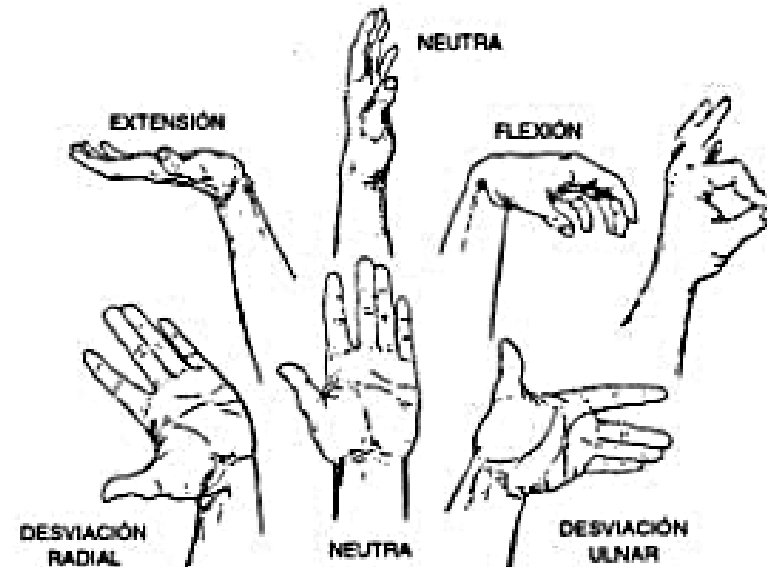
#### Postura forzada



#### Postura neutra



#### Postura forzada



### **Pinza de masa**

#### **Características básicas:**

- Pinza de masa (clavija de puesta a tierra)
- La abertura de la pinza debe ser amplia
- Los contactos deberán ser de cobre
- El mango debe ser adecuado, para permitir un agarre bueno

### **Cable de soldadura**

#### **Características básicas:**

- El cable secundario debe de estar recubierto de PVC
- El cable eléctrico debe de ser flexible
- El cable no debe de estar colgando al momento de la soldadura, se recomienda sujetarlo con la otra mano, colocarlo alrededor de la mano que suelda, para evitar incrementar la fuerza de tiro (jale hacia abajo)

### **Guantes de soldadura**

#### **Características básicas:**

- El guante deberá contar con cinco dedos (no está permitido el uso de manoplas)
- El guante debe ser mínimo de cuero
- El guante deberá ser de manga larga.
- Totalmente forrado con tejido de algodón o aramidas (interiormente)
- El guante deberá de estar cosido en su totalidad con hilo kevlar y con sus costuras protegidas.
- La talla debe ser adecuada a cada soldador
- Cada guante es de uso unipersonal
- Colocarse los guantes ajustados a la mano para tener un agarre bueno.

FUENTE: [81], [82], [83], [84]

## ANEXO 03-B

### PROGRAMA DE PAUSAS ACTIVAS

PROGRAMA DE PAUSAS ACTIVAS		
Código:	Versión: 00	
Fecha de elaboración:	Página: 01 de 03	

#### 1. ALCANCE:

Soldadores de tuberías de 24" del área de soldeo en línea en una empresa minera.

#### 2. OBJETIVOS:

- Prevenir la producción de trastornos musculo esqueléticos.
- Promocionar las herramientas y su uso adecuado para la adquisición de hábitos de bienestar
- Fomentar la práctica de actividad física con moderación.
- Reducir y prevenir el dolor en las zonas del cuerpo y sus grupos musculares (cuello, tronco, piernas, brazos, antebrazo, muñeca)

#### 3. METODOLOGÍA:



- **Talleres ergonómicos:** Se emplean dinámicas grupales, instrucción directa sobre el puesto/actividad, estudio de caso del proceso de soldadura de tuberías metálicas de 24"
- **Repartir material impreso:** Se proporciona folletos, formatos, registros a completar, etc.

#### 4. EJECUCIÓN DE PAUSAS ACTIVAS

Las pausas activas se han dividido según el tipo de ejercicio y el beneficio de la realización de los mismos:

- Ejercicios de estiramiento muscular
- Ejercicios de fortalecimiento muscular
- Ejercicios de relajación muscular

## ANEXO 03-B1

### ESTIRAMIENTO DE GRUPOS MUSCULARES

INSTRUCTIVO DE PAUSAS ACTIVAS “Estiramiento de grupos musculares”		
Código:	Versión: 00	
Fecha de elaboración:	Página: 01 de 03	

#### 1. ALCANCE:

Soldadores de tuberías de 24” del área de soldeo en línea en una empresa minera.

#### 2. OBJETIVOS:

- Preparar la sección de los músculos trabajados para un mayor desempeño de mayor esfuerzo.
- Incrementar el rango de los movimientos en las articulaciones trabajadas.
- Prevenir la ocurrencia y frecuencia de lesiones.

#### 3. DEFINICIONES:

**3.1. Carga física del trabajo.** Agrupamiento de requerimientos físicos donde la persona se encuentra expuesta en su jornada de trabajo, y puede generar menoscabo a la salud de quienes están expuestos a su intensidad, duración o su frecuencia. [16]

**3.2. Estiramiento muscular.** Ejecución de ejercicios, en donde los músculos, los tendones, fascias y cápsulas articulares se someten a un alargamiento, para adquirir o mantener su flexibilidad. [80]

#### 4. PROCEDIMIENTO:

En el presente instructivo de pausas activas relacionado con ejercicios de estiramiento muscular se desarrollan las siguientes actividades:

##### 4.1. Talleres ergonómicos:

Se emplean dinámicas grupales para mantener u otorgar flexibilidad a las secciones musculares donde se está aplicando los ejercicios de estiramiento (estiramientos musculares del cuello, del tronco, de las piernas, del antebrazo, del brazo y de las muñecas), instrucción directa sobre el puesto/actividad, estudio de caso del proceso de soldadura de tuberías metálicas de 24”, entre otras.

##### 4.2. Entrega de material impreso:

Se hace entrega de folletos informativos acerca de los estiramientos de grupos musculares, relacionados con las actividades de soldadura de tuberías metálicas de 24”, entrega de registros de asistencia a completar, etc.

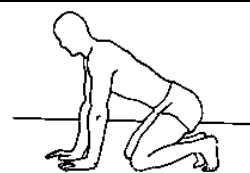
##### 4.3. Desarrollo

###### 4.3.1. Estiramiento para la sección de los pies y tobillos.

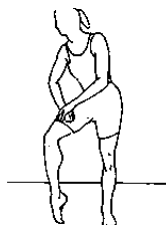
En los estiramientos para la sección de los pies y tobillos se ha determinado realizar los siguientes estiramientos para los grupos musculares señalados para cada ejercicio.

	<b>Estiramiento N° 01</b>
<b>Dedos y arco de la planta del pie</b>	

De rodillas y ambas plantas de las manos sobre el suelo, situar en hiperextensión los dedos de los pies. Exhale el aire despacio, durante el movimiento de los glúteos para atrás y abajo. Vuelva lentamente a la postura de inicio, tomando aire abundante.



<b>Estiramiento N° 02</b>	<b>Parte anterior del pie y dedos</b>
---------------------------	---------------------------------------



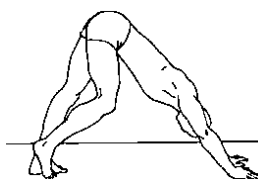
Parado y con una de sus piernas adelante, Gire el pie y empuje la parte superior del pie hacia al frente. Exhale el aire lentamente, al momento de presionar los dedos hacia el suelo usando el peso de su cuerpo. Ejecute el mismo estiramiento con el otro pie. Vuelva lentamente a la postura de inicio, tomando aire abundante.

Fig. 1 Estiramiento N° 01 y N° 02: Sección de los pies y tobillos

FUENTE: Modificado a partir de [85, p. 9]

En los estiramientos para la sección de las piernas se ha determinado realizar los siguientes estiramientos para los grupos musculares señalados para cada ejercicio.

<b>Estiramiento N° 03</b>	<b>Tendón de Aquiles y parte posterior de la pantorrilla</b>
---------------------------	--



Con sus manos y pies apoyados sobre el piso y su tronco recto, estirar sus brazos y piernas. Deslice lentamente las manos en dirección a los pies, elevando las caderas (Se puede variar apoyando la cabeza y los codos). Al adoptar la posición más angulada posible, presione sus talones contra el piso (Se puede flexionar una pierna y mantener estirada la otra, presionando el talón sobre el suelo). Vuelva lentamente a la postura de inicio, tomando aire abundante.

<b>Parte posterior de las rodillas</b>	<b>Estiramiento N° 04</b>
--	---------------------------

Con las piernas estiradas y sentado sobre el suelo, inclinarse hacia adelante y toque los pies con sus manos o sujételos con las mismas u otro elemento. Exhale el aire pausadamente, mientras jala el elemento hacia uno mismo. Vuelva lentamente a la postura de inicio, tomando aire abundante.

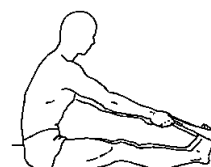


Fig. 1 Estiramiento N° 03, N° 04: Sección de las piernas

FUENTE: Modificado a partir de [85, p. 10]

En los estiramientos para la sección del tronco inferior se ha determinado realizar los siguientes estiramientos para los grupos musculares señalados para cada ejercicio.

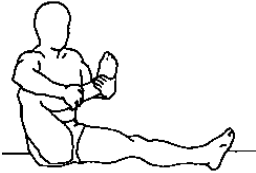
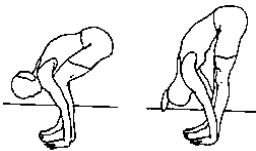
Estiramiento N° 05	
<b>Cadera y glúteos</b>	
Sentado en el piso, apoyar su espalda contra una pared recta, estirar una pierna. Ahora, flexione la otra y dirija su tobillo en dirección al pecho, ayudándose con una mano. Sujete su rodilla con el codo de la mano. Exhale pausadamente y direccione su pie para su hombro opuesto. Ejecute el estiramiento con su otra pierna. Vuelva lentamente a la postura de inicio, tomando aire abundante.	
Estiramiento N° 06	
<b>Zona lumbar</b>	
En cuclillas, poner la sección superior de su tronco tocando sus muslos y las palmas de sus manos apoyadas sobre el suelo. En esa postura, extienda las rodillas y piernas, deteniéndose si siente dolor. Exhale el aire y flexione las rodillas lentamente hasta regresar a la postura inicial. Vuelva lentamente a la postura de inicio, tomando aire abundante.	

Fig. 1 Estiramiento N° 05, N° 06: Sección del tronco inferior

FUENTE: Modificado a partir de [85, p. 12]

En los estiramientos para la sección de los hombros se ha determinado realizar los siguientes estiramientos para los grupos musculares señalados para cada ejercicio.

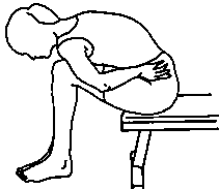
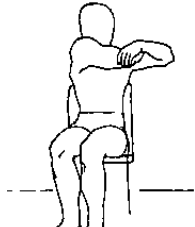
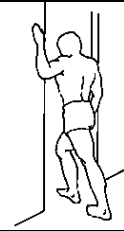
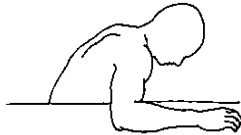
Estiramiento N° 07	
<b>Rotadores externos del hombro (posterior)</b>	
Sentado sobre un banco juntando ambas piernas. Sitúe sus manos sobre sus caderas, dirigiendo sus pulgares hacia el ombligo, depositando sus hombros sobre sus rodillas. Exhale el aire e intente unir lentamente sus hombros (puede ayudarse con la otra mano). Ejecute el estiramiento con el otro hombro. Vuelva lentamente a la postura de inicio, tomando aire abundante.	
Estiramiento N° 08	
<b>Parte lateral del hombro</b>	
Ya sea de pie o sentado, sitúe un brazo al nivel de su hombro, dirija su mano para su hombro contrario. Tome su codo con su otra mano y exhale el aire, tire de su codo con su mano pausadamente y después deje que su codo retorne a su postura normal. Ejecute el ejercicio con el hombro contrario. Vuelva lentamente a la postura de inicio, tomando aire abundante.	

Fig. 1 Estiramiento N° 07, N° 08: Sección de los hombros I

FUENTE: Modificado a partir de [85, p. 15]

**Estiramiento N° 09****Rotadores internos del hombro (parte anterior)**

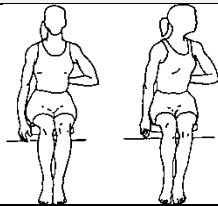
Frente al extremo de una pared o puerta abierta, sitúe un codo con su mano y su antebrazo sobre el extremo o marco. Sitúe su pierna opuesta ligeramente adelantada y flexione su rodilla, la otra pierna mantenerla recta. Exhale el aire y sin separar el codo y la mano del extremo o umbral, ni los pies, gire el tronco hacia atrás. Ejecute el estiramiento con su brazo opuesto. Vuelva lentamente a la postura de inicio, tomando aire abundante.

**Estiramiento N° 10****Rotadores internos de los hombros**

Sentado en un banco en posición lateral a una mesa, apoye en ella su antebrazo. Exhale pausadamente y flexione el tronco hacia adelante, bajando la cabeza y su hombro hasta la altura de la mesa. Ejecute el estiramiento con el hombro contrario. Vuelva lentamente a la postura de inicio, tomando aire abundante.

**Estiramiento N° 11****Rotadores externos de los hombros**

En posición de pie, coloque sus brazos atrás de su espalda, sujetando con una de ellas un codo. Exhale pausadamente y tire de su codo hacia la mitad de su espalda. Ejecute el estiramiento con su brazo contrario. Vuelva lentamente a la postura de inicio, tomando aire abundante. Si no es posible sujetar su codo con la mano opuesta, agárrese del antebrazo.

**Estiramiento N° 12****Rotadores externos de los hombros (parte posterior)**

Sentado en un banco situar uno de sus brazos atrás de su espalda, al nivel de su cintura. Rote su cabeza en dirección al brazo flexionado y gire el tronco hacia ese mismo lado. Ejecute el ejercicio con el lado contrario. Vuelva lentamente a la postura de inicio, tomando aire abundante.

Fig. 1 Estiramiento N° 09, N° 10, N° 11, N° 12: Sección de los hombros II

FUENTE: Modificado a partir de [85, pp. 16, 32]



En los estiramientos para la sección del cuello se ha determinado realizar los siguientes estiramientos para los grupos musculares señalados para cada ejercicio


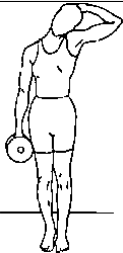


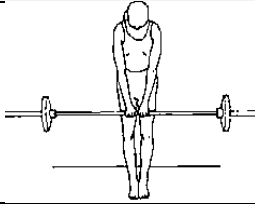
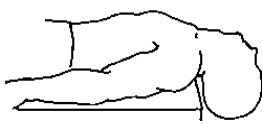
Estiramiento N° 13	
<b>Parte posterior del cuello</b>	
Recostado mirando hacia arriba, flexionar las rodillas y colocar los brazos encima de la nuca. En esta postura, procure mantener la zona escapular apoyada sobre el suelo en todo momento. Exhale el aire pausadamente, mientras hala de la cabeza hacia su pecho. Vuelva lentamente a la postura de inicio, tomando aire abundante.	
Estiramiento N° 14	
	<b>Parte lateral del cuello (I)</b> En pie, con ambos pies juntos y el cuerpo en postura recta, sostenga un peso mediano con una mano y coloque a otra mano encima de la cabeza. Inhale aire pausadamente y deslice el hombro con el peso mediano hacia abajo, cuanto sea posible. El otro hombro manténgalo fijo. Adicionalmente incline su cabeza sobre el lado contrario que aguanta el peso. Ejecuta el estiramiento con el otro brazo. Vuelva lentamente a la postura de inicio, tomando aire abundante.
Estiramiento N° 15	
	<b>Parte lateral del cuello (II)</b> Parado, colocar ambos brazos atrás de su espalda, sujetando con una de ellas el otro codo, si no es posible, sujete el antebrazo. Exhale el aire pausadamente y ladee su cabeza en dirección contraria a su hombro sujetado. Ejecute el mismo estiramiento con el lado opuesto. Vuelva lentamente a la postura de inicio, tomando aire abundante.
Estiramiento N° 16	
<b>Parte anterior del cuello</b> Sitúe una mano encima de su frente y hale suavemente su cabeza para atrás. Exhale el aire pausadamente, halando la cabeza hacia atrás todo lo sea posible, sin que se mueva el tronco. Vuelva lentamente a la postura de inicio, tomando aire abundante.	
Estiramiento N° 17	
	<b>Parte posterior del cuello</b> En pie, el cuerpo recto y los pies juntos, coja con ambas manos una barra con peso medio en el centro de la misma, lo más juntas posible. Exhale el aire lentamente y permita que sus hombros caigan hacia abajo tocando el pecho con la barbilla. Vuelva lentamente a la postura de inicio, tomando aire abundante.
Estiramiento N° 18	
<b>Parte anterior del cuello</b> Recostada boca arriba sobre una superficie fija, desplácese hacia un extremo para que la cabeza cuelgue del mismo. En esa postura permita que su cabeza cuelgue libremente y relájese, manteniendo el estiramiento.	

Fig. 1 Estiramiento N° 13, N° 14, N° 15, N° 16, N° 17, N° 18: Parte anterior del cuello

FUENTE: Modificado a partir de [85, pp. 18, 19, 38, 39]

En los estiramientos para la sección de la muñeca se ha determinado realizar los siguientes estiramientos para los grupos musculares señalados para cada ejercicio


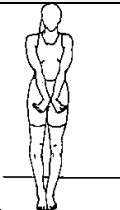
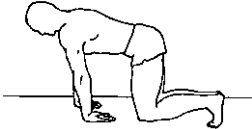

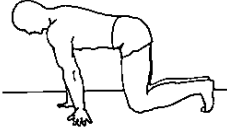
Estiramiento N° 19	
<b>Flexores de la muñeca</b>	
Sitúe sus manos al nivel de su pecho, con sus dedos apuntando arriba, para que con la base de una se puedan apretar dedos de la otra. Exhale el aire pausadamente y empuja los dedos para atrás. Ejecute el ejercicio con la mano contraria. Vuelva lentamente a la postura de inicio, tomando aire abundante.	
Estiramiento N° 20	
	<b>Extensores de la muñeca</b>
	En posición de pie, estire sus brazos hacia abajo, tocándose por la muñeca. Exhale el aire pausadamente y gire sus muñecas para que las palmas miren hacia afuera. Vuelva lentamente a la postura de inicio, tomando aire abundante.
Estiramiento N° 21	
<b>Braquiorradiales o extensores de la muñeca</b>	
Arrodillado y con las palmas de sus manos en el suelo. Coloque las manos con sus dedos en dirección hacia las piernas. Exhale el aire suavemente e incline su cuerpo en dirección al suelo. Vuelva lentamente a la postura de inicio, tomando aire abundante.	
Estiramiento N° 22	
<b>Flexores de la muñeca (I)</b>	
Arrodillado y con las palmas de las manos en el suelo, al nivel de sus hombros. Coloque las manos con sus dedos en dirección hacia la cabeza. Exhale el aire suavemente e incline su cuerpo en dirección al suelo. Vuelva lentamente a la postura de inicio, tomando aire abundante.	
Estiramiento N° 23	
	<b>Flexores de la muñeca (II)</b>
	Arrodillado y con las palmas de las manos en el suelo, al nivel de sus hombros. Coloque sus manos con sus dedos en dirección hacia los costados. Exhale el aire suavemente e incline su cuerpo en dirección al suelo. Vuelva lentamente a la postura de inicio, tomando aire abundante.

Fig. 1 Estiramiento N° 19, N° 20, N° 21, N° 22, N° 23: Sección de la muñeca

FUENTE: Modificado a partir de [85, pp. 16, 36, 37]

## ANEXO 03-B2

### FORTALECIMIENTO DE GRUPOS MUSCULARES

	INSTRUCTIVO DE PAUSAS ACTIVAS “Fortalecimiento de grupos musculares”		
	Código:	Versión: 00	
	Fecha de elaboración:	Página: 01 de 03	

#### 1. ALCANCE:

Soldadores de tuberías de 24” del área de soldeo en línea en una empresa minera.

#### 2. OBJETIVOS:

- Preparar los músculos para un mayor esfuerzo.
- Otorgar mayor fuerza a los músculos que se trabajen
- Restablecer movimiento a secciones musculares donde se haya limitado el mismo

#### 3. DEFINICIONES:

**3.1. Carga física del trabajo.** Agrupamiento de requerimientos físicos donde la persona se encuentra expuesta en su jornada de trabajo, y puede generar menoscabo a la salud de quienes están expuestos a su intensidad, duración o su frecuencia. [16]

**3.2. Estiramiento muscular.** Ejecución de ejercicios, en donde los músculos, los tendones, fascias y cápsulas articulares se someten a un alargamiento, para adquirir o mantener su flexibilidad. [80]

**3.3. Exposición.** Existencia de condiciones y un medio ambiente laboral con algún nivel de riesgo para los soldadores. [10]

#### 4. PROCEDIMIENTO:

En el presente instructivo de pausas activas relacionado con ejercicios de estiramiento muscular se desarrollan las siguientes actividades:

##### 4.4. Talleres ergonómicos:

Se emplean dinámicas grupales, en donde se realizan ejercicios de fortalecimiento muscular (fortalecimiento muscular de la sección del cuello, del tronco, de las piernas, del antebrazo, del brazo y de las muñecas), para mantener u otorgar mayor fuerza a los músculos que se trabajen y para restablecer el movimiento a secciones musculares que habían perdido su movilidad habitual. Se realiza además, instrucción directa sobre el puesto/actividad, estudio de caso del proceso de soldadura de tuberías metálicas de 24”, entre otras.

##### 4.5. Entrega de material impreso:

Se hace entrega de folletos informativos acerca de los ejercicios de fortalecimiento de grupos musculares, relacionados con las actividades de soldadura de tuberías metálicas de 24”, entrega de registros de asistencia a completar, etc.

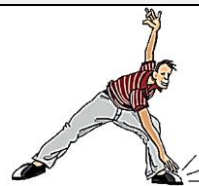
##### 4.6. Desarrollo

###### 4.6.1. Estiramiento para la sección de los pies y tobillos.

Los ejercicios de fortalecimiento muscular se realizan en manera conjunta para evitar la fatiga de un solo musculo, se desarrolla según la secuencia de ejercicios a continuación:

#### Fortalecimiento muscular N° 01

De pie, colocar los pies separados y con la vista hacia adelante, flexione la rodilla izquierda hasta lograr tocar el pie izquierdo con su mano derecha. Repetir el ejercicio de forma inversa, para la mano izquierda.



#### Fortalecimiento muscular N° 02



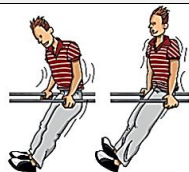
De pie, situarse a la do de una pared, luego. Levantar una pierna y apoyarse en la punta del otro pie. Levantar la otra pierna y flexionar la rodilla, Repetir el ejercicio para ambas piernas.

#### Fortalecimiento muscular N° 03

En posición de pie. Apoyado sobre una pared por la espalda. Contraer los músculos de la zona abdominal y de los glúteos, luego deslizar pausadamente con la espalda pegada a la pared hacia el suelo.



#### Fortalecimiento muscular N° 04



En posición de pie. Buscar una superficie donde se pueda sostenerse sobre las manos en ella. Apoyarse ambas manos. Estirar los brazos, suba y baje el cuerpo, manteniendo la espalda recta, flexionando los brazos.

#### Fortalecimiento muscular N° 05

En posición de pie. Iniciar el ejercicio con los brazos y pierna pegados al cuerpo. Luego dar un salto con los brazos y las piernas abiertos. Repetir esta acción por un par de minutos.



Fig. 1 Ejercicios de fortalecimiento muscular N° 01, N° 02, N° 03, N° 04, N° 05

FUENTE: Modificado a partir del INSHT [86]

## ANEXO 03-B3

### RELAJAMIENTO DE GRUPOS MUSCULARES

	INSTRUCTIVO DE PAUSAS ACTIVAS "Relajamiento de grupos musculares"		
	Código:	Versión: 00	
	Fecha de elaboración:	Página: 01 de 03	

#### 1. ALCANCE:

Soldadores de tuberías de 24" del área de soldeo en línea en una empresa minera.

#### 2. OBJETIVOS:

- Reducir la tensión muscular acumulada por la acumulada por las actividades de soldadura de tuberías de 24".

#### 3. DEFINICIONES:

**3.1. Carga física del trabajo.** Agrupamiento de requerimientos físicos donde la persona se encuentra expuesta en su jornada de trabajo, y puede generar menoscabo a la salud de quienes están expuestos a su intensidad, duración o su frecuencia. [16]

**3.2. Estiramiento muscular.** Ejecución de ejercicios, en donde los músculos, los tendones, fascias y cápsulas articulares se someten a un alargamiento, para adquirir o mantener su flexibilidad. [80]

**3.3. Exposición.** Existencia de condiciones y un medio ambiente laboral con algún nivel de riesgo para los soldadores. [10]

#### 5. PROCEDIMIENTO:

En el presente instructivo de pausas activas relacionado con ejercicios de estiramiento muscular se desarrollan las siguientes actividades:

##### 4.7. Talleres ergonómicos:

Se emplean dinámicas grupales, en donde se realizan ejercicios de relajamiento muscular, en manera conjunta, para evitar la generación o acumulación de tensión muscular en el cuerpo. Se realiza además, instrucción directa sobre el puesto/actividad, estudio de caso del proceso de soldadura de tuberías metálicas de 24", entre otras.

##### 4.8. Entrega de material impreso:

Se hace entrega de folletos informativos acerca de los ejercicios de relajamiento de grupos musculares, relacionados con las actividades de soldadura de tuberías metálicas de 24", entrega de registros de asistencia a completar, etc.

##### 4.9. Desarrollo

###### 4.9.1. Estiramiento para la sección de los pies y tobillos.

Los ejercicios de relajamiento muscular se realizan en manera conjunta para evitar la generación o acumulación de tensión muscular en el cuerpo, se desarrolla según la secuencia de ejercicios a continuación:

### Relajamiento muscular N° 01

En posición de cuclillas. Acercar lentamente la cabeza lo más posible hacia las rodillas. Permanecer unos instantes en esa posición.



### Relajamiento muscular N° 02



En posición sentada. Sobre una silla o superficie cómoda. Girar la cabeza lentamente de derecha a izquierda por algunos segundos.

### Relajamiento muscular N° 03

En posición sentada. Sobre una silla o superficie cómoda. Separar las piernas, cruzar los brazos. Flexionar el cuerpo hacia abajo por entre las piernas.



### Relajamiento muscular N° 04



Apoya el cuerpo sobre la mesa y relaja los hombros.

En posición de pie. Inclinarse como en la figura. Apoyar el cuerpo sobre una superficie regular (mesa). Y relajar los hombros.

### Relajamiento muscular N° 05

En posición de pie. Colocar las manos (yemas de los dedos) sobre los hombros. Flexionar los brazos hasta que logren juntarse los codos.



Fig. 1 Ejercicios de relajamiento muscular N° 01, N° 02, N° 03, N° 04, N° 05

FUENTE: Modificado a partir del INSHT [87]

**ANEXO 03-C**  
**CAMPAÑA ERGONÓMICA**

	CAMPAÑA ERGONÓMICA		
	Código:	Versión: 00	
	Fecha de elaboración:	Página: 01 de 03	

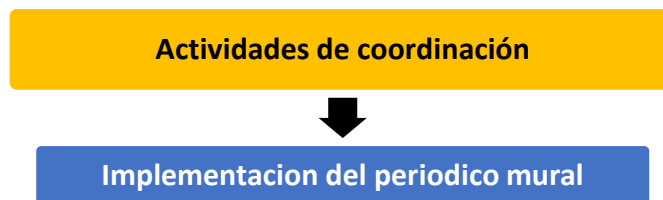
**1. ALCANCE:**

A Soldadores de tuberías de 24" del área de soldeo en línea en una empresa minera.

**2. OBJETIVOS:**

- Sensibilizar a los soldadores sobre los riesgos disergonómicos que se encuentran en las actividades de soldeo de tuberías metálicas de 24".
- Servir de recordatorio a las capacitaciones y pausas activas suministradas durante la intervención ergonómica y luego de esta

**3. METODOLOGÍA:**



- **Actividades de coordinación:** reunión con los encargados de la organización y del área de soldeo en línea para la generación de un periódico mural donde se exponga la importancia y los objetivos de la implementación de un periódico mural en relación con las mejoras ergonómicas a planteadas. .
- **Implementación del periódico mural.** Acondicionar los temas planteados en imágenes, texto y demás estrategias de comunicación para exponer la problemática ergonómica y las soluciones planteadas para esta problemática.

**4. CONTENIDO DEL PERIÓDICO MURAL**

- Ejercicios de estiramiento
- Ejercicios de relajación
- Ejercicios de fortalecimiento.
- Uso de EPPs

## ANEXO 03-C1

### INSTALACIÓN DEL PERIÓDICO MURAL

	CAMPAÑA ERGONÓMICA “instalación del periódico mural”		
	Código:	Versión: 00	
	Fecha de elaboración:	Página: 01 de 03	

#### 1. ALCANCE:

Instalaciones del taller de soldadura en una empresa minera.

#### 2. OBJETIVOS:

- Servir de recordatorio a las capacitaciones y pausas activas suministradas durante la intervención ergonómica
- Exponer temas de prevención de riesgos disergonómicos en las actividades de soldadura de tuberías metálicas de 24”

#### 3. DEFINICIONES:

**3.1. Estiramiento muscular.** Ejecución de ejercicios, en donde los músculos, los tendones, fascias y cápsulas articulares se someten a un alargamiento, para adquirir o mantener su flexibilidad. [80]

#### 4. PROCEDIMIENTO:

##### 4.1. Instalación del periódico mural

Para la instalación del periódico mural (de tipo muro o pared) fue necesario la adquisición de:

- Franela de color rojo o verde
- Listones de madera de 50 cm. largo x 3 x 4 cm de grosor (02 listones)
- Listones de madera de 80 cm. largo x 3 x 4 cm de grosor (02 listones)
- Cajita de chinches (01)
- Clavos
- Argollas (02)
- Cordel

##### 4.2. Contenido del periódico mural

El contenido escogido para el periódico mural, se ha dividido de la siguiente manera:

- Ejercicios de estiramiento
- Ejercicios de relajación
- Ejercicios de fortalecimiento.
- Uso de EPPs



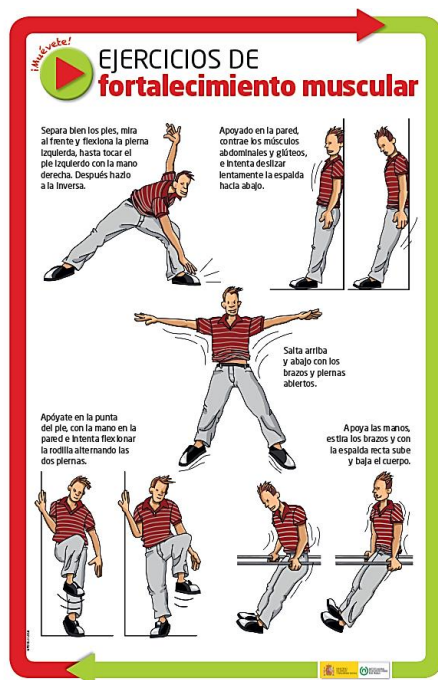


Fig. 2 Ejercicios de fortalecimiento muscular

FUENTE: INSHT [86]



Fig. 2 Ejercicios de relajamiento muscular

FUENTE: INSHT [87]

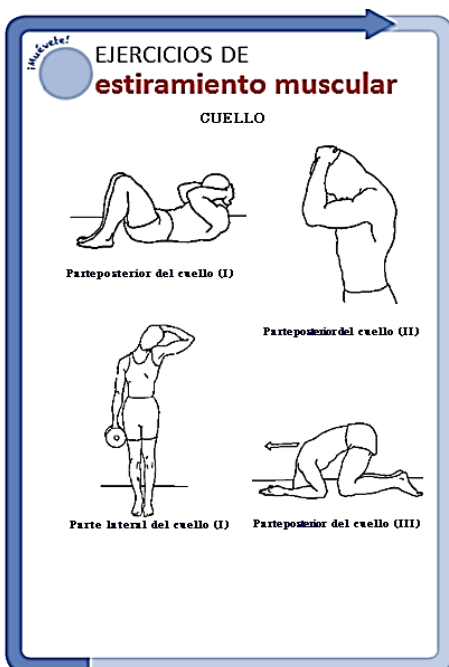


Fig. 1 Estiramientos para el cuello I

FUENTE: Modificado a partir de [85]

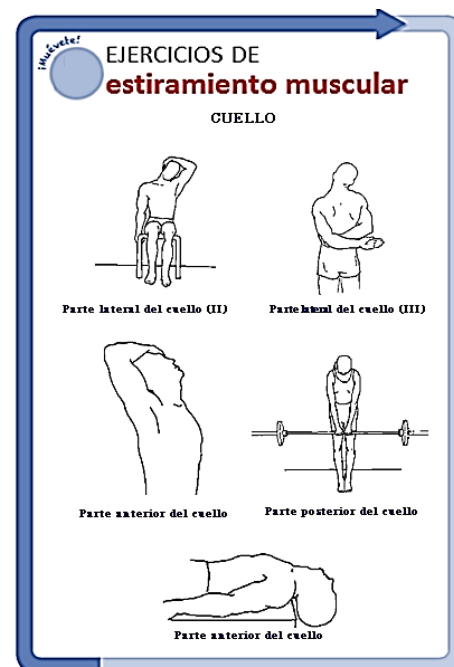


Fig. 1 Estiramientos para el cuello II

FUENTE: Modificado a partir de [85]



Fig. 1 Estiramientos para pies y tobillos  
FUENTE: Modificado a partir de [85]

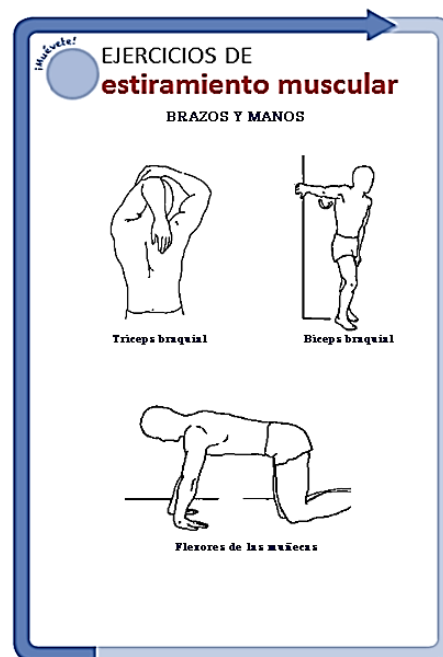


Fig. 1 Estiramientos para pies y tobillos  
FUENTE: Modificado a partir de [85]

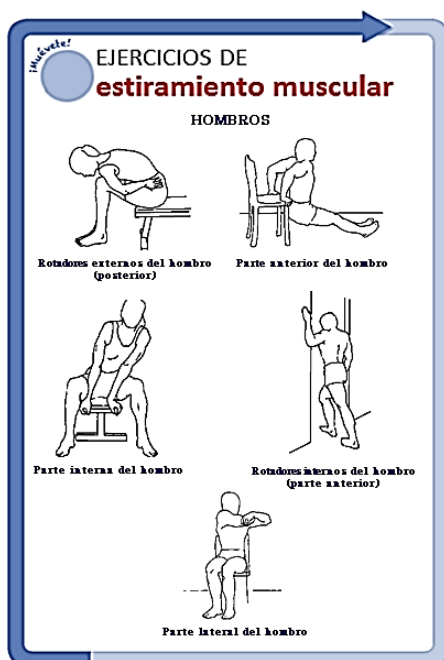


Fig. 1 Estiramientos para hombros  
FUENTE: Modificado a partir de [85]

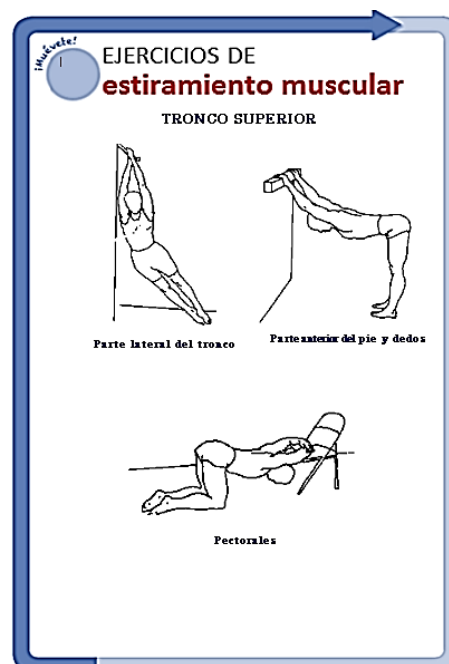


Fig. 1 Estiramientos para hombros  
FUENTE: Modificado a partir de [85]

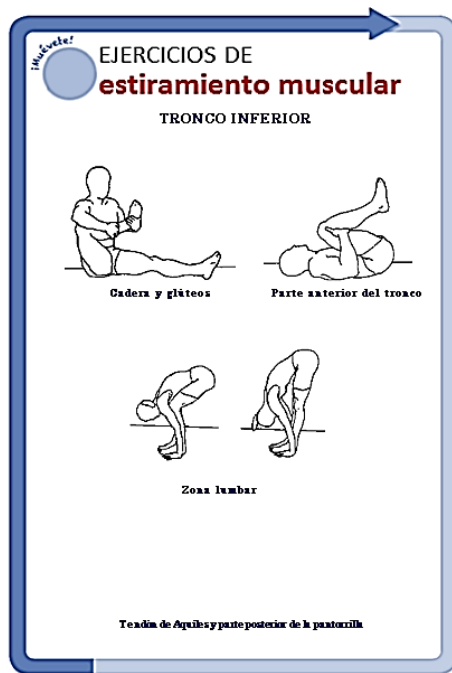


Fig. 1 Estiramientos para tronco inferior

FUENTE: Modificado a partir de [85]

# Importancia del uso de **RODILLERAS**



El uso adecuado de las rodilleras profesionales en el proceso de soldadura de tuberías metálicas de 24" posibilitará la prevención de dolores en la zona de las rodillas al estar en contacto con superficies irregulares, al momento de realizar la soldadura.

Es importante para:

- Evitar la producción de lesiones degenerativas en la zona de las rodillas.
- Evitar las molestias propias de la postura de arrodillado, ya sea con una o dos rodillas al mismo tiempo.

## Riesgos:

**Tendinitis.** Inflamación de un tendón, generada por la flexo extensiones repetidas; así, el tendón se sitúa repetidamente bajo tensión, flexionado, friccionando con una superficie dura o bajo vibraciones. Engrosándose y formándose irregular. [88, p. 14]



Fig. 1 Tendinitis

FUENTE: Extraído de [89]

**Bursitis.** Hinchazón de la bursa (bolsa chica entre la parte ósea y la muscular, piel o tendones), la cual posibilita poder resbalar por entre dichas formaciones. [90, p. 38]

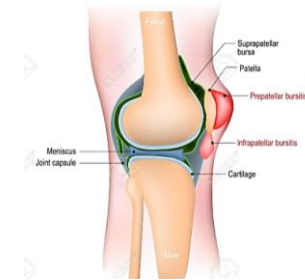


Fig. 1 Bursitis

FUENTE: Extraído de [91]

**Síntomas.** El dolor o molestias provocadas por el no uso de rodilleras u otro elemento de protección se desarrolla de acuerdo a diferentes estadios.

“Estadio 1: Dolor después de la actividad.

Estadio 2: Dolor durante y luego de estar activo.

Estadio 3: Dolor prolongado durante y luego de la actividad.

Estadio 4: Rotura completa del tendón”. [89]

## Ficha técnica rodilleras profesionales de descarne



### RODILLERA PROFESIONAL POLIESTER

La rodillera profesional poliéster fabricada con la intención de brindar protección a las rodillas de los impactos en el trabajo, es adaptable a la anatomía de la persona, otorgando la máxima comodidad, funcionalidad y eficacia, minimizando los efectos negativos para las articulaciones de las rodillas.

### APLICACIONES Y USOS

Fabricado con el fin de dar protección personal y comodidad para la ejecución de tareas en el campo abierto.

USO: en industrial, en soldadura, en albañilería, en carpintería, en mantenimiento, en trabajos eléctricos, deportivos. Resguarda de impactos, cortes y protege de los abrasivos.

### PROPIEDADES TÉCNICAS.

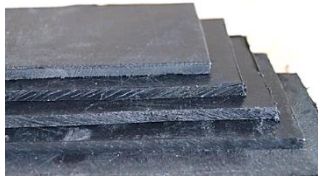
- Buen nivel de resistencia
- Resguarda de la abrasión, cortes e impactos.
- Diseñado en poliéster acolchado de alto gramaje.
- Dos cintas elásticas de agarre de velcro.

### RECOMENDACIONES

- Ajustarla bien a su rodilla.
- No usarla si hay alguna parte desgarrada, suelta o colgante.

Fig. 1 Ficha técnica de rodilleras profesionales de descarne

FUENTE: Vicsa.cl [92]

PLANCHA DE POLIESTIRENO DE ALTA DENSIDAD (IGNIFUGA)								
Actividad	Clasificación elemento/equipo de protección	Elemento /Equipo de protección personal	Riesgos asociados	Ejemplo de modelo	Normatividad técnica	Descripción o especificaciones	Tipo de entrega	Reposición
Soldeo de tuberías de 24"	Protección para rodillas y espalda	Superficie ignifuga (manta)	Producción de T.M.E		ISO 1183 (densidad) DIN EN ISO 527 (tracción) DIN EN ISO 527 (alargamiento) DIN EN ISO 179 (impacto) Din EN ISO 2039-1 (dureza superficial) K-1 DIN 53752 (expansión lineal) W/m-K DIN 52612 (conductividad térmica)	Pancha de HDPE desde 2 mm hasta 4 mm	Por la tarea a realizar	Por deterioro

#### Uso:

- El uso destinado para esta operación es la de servir de amortiguamiento, protección de las zonas corporales que entran en contacto con el suelo, es decir que se va a extender sobre la superficie del suelo.
- Por secciones y al momento de realizar actividades de soldadura en posiciones inferiores de la tubería, se debe de colocar esta plancha.
- Sirve además para evitar la generación de fuego por las chispas de soldadura.

### Seguimiento de las medidas de control

	Actividad	Indicador	Meta	N°	Cumplimiento	N°
1	Capacitación “Ergonomía general en el puesto de trabajo”	$\frac{\text{N° Soldadores capacitados}}{\text{N° Soldadores del área}} \times 100$	100% soldadores capacitados	8	100% soldadores capacitados	8
2	Capacitación “Correcta mecánica postural”	$\frac{\text{N° Soldadores capacitados}}{\text{N° Soldadores del área}} \times 100$	100% soldadores capacitados	8	100% soldadores capacitados	8
3	Capacitación “Tipo de actividad muscular”	$\frac{\text{N° Soldadores capacitados}}{\text{N° Soldadores del área}} \times 100$	100% soldadores capacitados	8	100% soldadores capacitados	8
4	Capacitación “Manipulación de elementos del proceso de soldadura”	$\frac{\text{N° Soldadores capacitados}}{\text{N° Soldadores del área}} \times 100$	100% soldadores capacitados	8	100% soldadores capacitados	8
5	Pausas activas “Ejercicios de estiramiento muscular”	$\frac{\text{N° de actividades realizadas}}{\text{N° de actividades planificadas}} \times 100$	100% actividades realizadas	27	100% actividades realizadas	27
6	Pausas activas “Ejercicios de fortalecimiento muscular”	$\frac{\text{N° de actividades realizadas}}{\text{N° de actividades planificadas}} \times 100$	100% actividades realizadas	5	100% actividades realizadas	5
7	Pausas activas “Ejercicios de relajación muscular”	$\frac{\text{N° de actividades realizadas}}{\text{N° de actividades planificadas}} \times 100$	100% actividades realizadas	5	100% actividades realizadas	5
8	Campaña ergonómica “Instalación del periódico mural”	Instalación del periódico mural	Que se haya instalado	1	Se instaló	1
9	Campaña ergonómica “Entrega de rodilleras de soldador”	$\frac{\text{N° Soldadores a quien se entregó el material}}{\text{N° Soldadores del área}} \times 100$	100% soldadores con rodilleras	8	100% soldadores con rodilleras	8
10	Campaña ergonómica “Entrega de plancha ignífuga”	$\frac{\text{N° Trabajos de soldadura donde se entregó el material}}{\text{N° Trabajos de soldadura programados}} \times 100$	100% trabajos de soldadura donde se entregó el material	23	100% trabajos de soldadura donde se entregó el material	23

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- [1] Asociación internacional de Ergonomía, «Valor de la Ergonomía hoy,» IEA, 2018. [En línea]. Available: <https://www.iea.cc/whats/value.html>. [Último acceso: Octubre 2018].
- [2] B. P. LÓPEZ TORRES, E. L. GONZÁLEZ MUÑOZ, C. COLUNGA RODRÍGUEZ y E. OLIVA LÓPEZ, «Evaluación de sobrecarga postural en trabajadores: Revisión de la Literatura,» *Ciencia y Trabajo*, vol. 16, nº 50, pp. 112 - 115, 2014.
- [3] ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD, «Estadísticas Sanitarias Mundiales,» Oficial de Comunicaciones de la OMS, GINEBRA, 2014.
- [4] N. I. BUITRAGO PRIETO y H. H. CÁRDENAS SALAMANCA, «Nivel de Agencia de autocuidado de la salud en el trabajo, en un grupo de trabajadores de la construcción de una institución educativa de nivel superior durante el mes de octubre de 2009,» Facultad de Enfermería - Facultad de Medicina, 2009. [En línea]. Available: <https://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/enfermeria/tesis72.pdf>. [Último acceso: Octubre 2018].
- [5] ORGANIZACION INTERNACIONAL DE TRABAJO, «Estadísticas Sanitarias Mundiales,» *GINEBRA*, 2014.
- [6] C. R. ASFAHL y D. W. RIESKE, Seguridad Industrial y administración de la Salud, Sexta ed., P. Hall, Ed., México D.F.: PEARSON, 2010, p. 576.
- [7] R. G. BUDYNAS y J. K. NISBETT, Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley, Novena ed., Mc Graw Hill, 2012, p. 1041.
- [8] GONZALES SOSA, Jesus David, Propuesta de un Plan de prevención de riesgos en trabajos de soldadura con arco eléctrico en la empresa Consorcio Técnico S.R.L. Arequipa 2015, T. T. p. I. d. S. I. y. Minera, Ed., Arequipa: Universidad Tecnológica del Perú, 2015, p. 118.
- [9] Decreto Supremo N° 024-2016-EM, Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería.



- [10] DECRETO SUPREMO N° 005-2012-TR, Reglamento de la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, Ley N° 29783.
- [11] L. I. L. LOBEIRAS, «Historia de la Ergonomía, o de cómo la Ciencia del Trabajo se basa en verdades tomadas de la Psicología,» *Revista de Historia de la Psicología*, vol. 30, nº 4, pp. 33 -59, 2009.
- [12] Real Academia Española, «Diccionario de la Lengua Española,» 2018. [En línea]. Available: <http://dle.rae.es/srv/search?m=30&w=ergonom%C3%ADa>. [Último acceso: Octubre 2018].
- [13] J. ESTRADA MUÑOZ, Ergonomía básica, Primera ed., Bogotá : Ediciones de la U, 2015, p. 240.
- [14] Asociación de Ergonomía Argentina, «¿Qué es Ergonomía?,» ADEA, 2016. [En línea]. Available: <http://adeaargentina.org.ar/segun-iea.html>.
- [15] Asociación Española de Ergonomía, «¿Qué es la Ergonomía?,» 2018. [En línea]. Available: <http://www.ergonomos.es/ergonomia.php>. [Último acceso: Octubre 2018].
- [16] SUNAFIL, «RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 375-2008-TR,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.sunafil.gob.pe/noticias/item/6631-resolucion-ministerial-n-375-2008-tr.html>. [Último acceso: Octubre 2018].
- [17] I. N. d. S. e. H. e. e. Trabajo, «Objetivos de la Ergonomía,» [En línea]. Available: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/GuiasMonitor/Ergonomia/I/Ficheros/ei08.pdf>. [Último acceso: Octubre 2018].
- [18] J. A. DIEGO-MAS, «Riesgo por fuerzas ejercidas Fuerzas - EN1005-3,» Universidad Politécnica de Valencia, 2019. [En línea]. Available: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/fuerzas/fuerza-maxima-ayuda.php>. [Último acceso: Marzo 2019].
- [19] J. A. DIEGO-MAS, «Biomecánica estática coplanar: Bio-Mec,» Universidad Politécnica de Valencia, 2019. [En línea]. Available: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/biomecanica/biomecanica-ayuda.php>. [Último acceso: Marzo 2019].
- [20] J. A. DIEGO-MAS, «Check list Ocra: OCRA,» Universidad Politécnica de Valencia, 2019. [En línea]. Available: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/ocra/ocra-ayuda.php>. [Último acceso: Marzo 2019].
- [21] J. A. DIEGO-MAS, «Job Strain Index: JSI,» Universidad Politécnica de Valencia, 2019. [En línea]. Available: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/jsi/jsi-ayuda.php>. [Último acceso: Marzo 2019].
- [22] J. A. DIEGO-MAS, «Método RULA,» Universidad Politécnica de Valencia, 2019. [En línea]. Available: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>. [Último acceso: Marzo 2019].

- [23] J. A. DIEGO-MAS, «Metodo REBA,» Universidad politécnica de Valencia, 2019. [En línea]. Available: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>. [Último acceso: Marzo 2019].
- [24] J. A. DIEGO-MAS, «Ovako Working Analysis,» Universidad Politécnica de Valencia, 2019. [En línea]. Available: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/owas/owas-ayuda.php>. [Último acceso: Marzo 2019].
- [25] J. A. DIEGO-MAS, «Método EPR,» Universidad Politécnica de Valencia, 2019. [En línea]. Available: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/epr/epr-ayuda.php>. [Último acceso: Marzo 2019].
- [26] J. A. DIEGO-MAS, «LCE: Lista de comprobación ergonómica,» Universidad Politécnica de Valencia, 2019. [En línea]. Available: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/lce/lce-ayuda.php>. [Último acceso: Marzo 2019].
- [27] J. A. DIEGO-MAS, «Método LEST,» Universidad Politécnica de Valencia, 2019. [En línea]. Available: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/lest/lest-ayuda.php>. [Último acceso: Marzo 2019].
- [28] J. A. DIEGO-MAS, «Método FANGER,» Universidad Politécnica de Valencia, 2019. [En línea]. Available: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/fanger/fanger-ayuda.php>. [Último acceso: 2019].
- [29] J. A. DIEGO-MAS, «FRI - Carga Física del Trabajo,» Universidad Politécnica de Valencia, 2019. [En línea]. Available: <https://www.ergonautas.upv.es/herramientas/frimat/frimat.php>. [Último acceso: Marzo 2019].
- [30] J. A. DIEGO-MAS, «MET - Estimación de la tasa metabólica,» Universidad Politécnica de Valencia, 2019. [En línea]. Available: <https://www.ergonautas.upv.es/herramientas/tasamet/tasamet.php>. [Último acceso: Marzo 2019].
- [31] J. A. DIEGO-MAS, «AIS - Estimación del aislamiento térmico de la ropa,» Universidad Politécnica de Valencia, 2019. [En línea]. Available: <https://www.ergonautas.upv.es/herramientas/aislamiento/aislamiento.php>. [Último acceso: Marzo 2019].
- [32] J. A. DIEGO-MAS, «LSC - Longitud de los segmentos corporales,» Universidad Politécnica de Valencia, 2019. [En línea]. Available: <https://www.ergonautas.upv.es/herramientas/lsc/lsc.php>. [Último acceso: Marzo 2019].
- [33] J. A. DIEGO-MAS, «PSC - Peso de los segmentos corporales,» Universidad Politécnica de Valencia, 2019. [En línea]. Available: <https://www.ergonautas.upv.es/herramientas/psc/psc.php>. [Último acceso: Marzo 2019].
- [34] J. A. DIEGO-MAS, «RULER - Medición de ángulos en fotografías,» Universidad Politécnica de Valencia, 2019. [En línea]. Available:

- <https://www.ergonautas.upv.es/herramientas/ruler/ruler.php>. [Último acceso: Marzo 2019].
- [35] L. K. CALDERÓN ALLENDE, «Enfoque ergonómico de las posturas adoptadas en sus labores domésticas por las amas de casa de la parroquia "El Señor de la Paz" -San Martín de Porres, durante septiembre 2010 a enero 2011»,» E.A.P de Tecnología Médica, 2011. [En línea]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/54215556.pdf>. [Último acceso: Octubre 2018].
  - [36] J. A. DIEGO-MAS, «Evaluación postural mediante el método REBA,» Universidad politécnica de Valencia, 2015. [En línea]. Available: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>. [Último acceso: Octubre 2018].
  - [37] W. LAURIG y J. VEDDER, «Ergonomía: Herramientas y enfoques,» Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. [En línea]. Available: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo1/29.pdf>. [Último acceso: Octubre 2018].
  - [38] M. F. VILLAR FERNÁNDEZ, «La carga física del trabajo,» [En línea]. Available: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Carga%20fisica%20tme.pdf>. [Último acceso: Octubre 2018].
  - [39] J. N. CRUZ CRUZ, «Gestión de los riesgos disergonomicos de los operadores de equipos de evacuación de cargas: Empresa MINCOSUR S.A. Arequipa-2015,» Escuela Ingeniería de Seguridad Industrial y Minera, 2017. [En línea]. Available: [http://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/UTP/955/1/Jose%20Cruz\\_Tesis\\_Titulo%20Profesional\\_2017.pdf](http://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/UTP/955/1/Jose%20Cruz_Tesis_Titulo%20Profesional_2017.pdf). [Último acceso: Noviembre 2018].
  - [40] A. SÁNCHEZ LITE, M. GARCÍA GARCÍA y M. Á. MANZANEDO DEL CAMPO, «Métodos de evaluación y herramientas aplicadas al diseño y optimización ergonómica de puestos de trabajo,» *International Conference on Industrial Engineering & Industrial Management - CIO*, pp. 239 - 250, 2007.
  - [41] V. L. CASTRO DELGADO, «Propuesta de un programa de seguridad y salud en el trabajo basado en el estudio de riesgos disergonómicos para mejorar la productividad económica de los docentes de la Facultad de Ingeniería de USAT,» 2016. [En línea]. Available: <http://tesis.usat.edu.pe/handle/usat/570>. [Último acceso: Octubre 2018].
  - [42] LEY N° 29783, *Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo*, 2011.
  - [43] RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 050-2013-TR, «Aprueban Formatos Referenciales que contemplan la información mínima que deben contener los registros obligatorios del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo,» [En línea]. Available: [https://www.sunafil.gob.pe/normas-sst.html?orders\[publishUp\]=publishUp&issearch=1](https://www.sunafil.gob.pe/normas-sst.html?orders[publishUp]=publishUp&issearch=1). [Último acceso: Diciembre 2018].
  - [44] RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 375-2008-TR, «Norma Básica de Ergonomía y de procedimiento de evaluación de riesgo disergonómico,» 2008. [En línea]. Available: <http://www.usmp.edu.pe/recursoshumanos/pdf/RM-375-2008-TR-NORMA-BASICA-ERGONOMIA.pdf>. [Último acceso: Junio 2018].

- [45] C. A. ORAMAS SALCEDO, «Plan de mitigacion de riesgo ergonómico del area de bodega de la empresa Anestálva S,A,» 2018. [En línea]. Available: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/33508>. [Último acceso: Octubre 2018].
- [46] S. A. JARA ASTETE, «Factores de riesgo disergonómico en trabajos odontológicos. (Caso: Consultorio Norte, Ciudad de los Ángeles),» Departamento de Ciencias y Tecnología vegetal , 2016. [En línea]. Available: <http://repositorio.udec.cl/bitstream/handle/11594/2342/Jara%20Astete.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: Noviembre 2018].
- [47] J. L. TIBÁN TIBÁN, «Puestos de trabajo disergonómicos y su influencia en los dolores músculo esqueléticos en los trabajadores del área de aparado de la empresa Calzado GAMO'S,» Dirección de Posgrado, 2017. [En línea]. Available: [http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26281/1/Tesis\\_%20t1303msh.pdf](http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26281/1/Tesis_%20t1303msh.pdf). [Último acceso: Noviembre 2018].
- [48] J. Z. RODRÍGUEZ MÉNDEZ y G. M. ULLÓN CRUZADO, «Propuesta de aplicacion del modelo ergonómico para la reducción de lesiones y enfermedades ocupacionales en la empresa Metarquel S.A.C.,» Escuela de Ingeniería Industrial, 2016. [En línea]. Available: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/5216>. [Último acceso: Octubre 2018].
- [49] Y. J. SEYTUQUE MILLONES, «Propuesta de reducción de riesgo disergonómico en estiba-produccion de la empresa agroindustrial ABANOR S.A.C. para incrementar la productividad,» 2018. [En línea]. Available: <http://tesis.usat.edu.pe/handle/usat/1150>.
- [50] K. M. ELÍAS CERVANTES, «Riesgos ergonómicos en los trabajadores del area de recaudacion sur de la empresa R.D.L S.A.C Lima 2017,» 2017. [En línea]. Available: <http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/1779/TRAB.SUF.PROF.KELLY%20MERCEDES%20ELIAS%20CERVANTES.pdf?sequence=2&isAllowed=y>. [Último acceso: Octubre 2018].
- [51] P. A. MORILLAS SICCHA, «Evaluación ergonómica de las actividades del fraccionamiento de alimentos en el area de almacén del programa social-La Libertad,» Mención en Gerencia de operaciones , 2015. [En línea]. Available: <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/2852/TESIS%20MAESTRIA%20%20-%20PEDRO%20ALEJANDRO%20MORILLAS%20SICCHA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: Octubre 2018].
- [52] M. E. CORAL ALEGRE, «Análisis,Evaluación y control de riesgo disergonómico y psicosociales en una empresa de reparacion de Motores Electrico,» 2015. [En línea]. Available: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6096>. [Último acceso: Octubre 2018].
- [53] C. Y. YUPANQUI AGUERO, «Riesgos ergonómicos en los estibadores de la empresa Servicios generales FAMTRU S.A.C. Cercado de Lima. 2017,» Escuela Académica Profesional de Enfermería, 2017. [En línea]. Available: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/12049/Yupanqui\\_ACY.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/12049/Yupanqui_ACY.pdf?sequence=1&isAllowed=y). [Último acceso: Octubre 2018].

- [54] J. J. ALVA ACOSTA, «Estudio ergonómico del trabajador portuario en desembarque de productos metálicos para incrementar la productividad. Empresa Siderúrgica del Perú. S.A.A. Chimbote, 2016,» Escuela de Ingeniería Industrial , 2017. [En línea]. Available: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/10297/alva\\_aj.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/10297/alva_aj.pdf?sequence=1&isAllowed=y). [Último acceso: Octubre 2018].
- [55] M. J. O. M. A. Z. TECSI HIDALGO y N. S. HUAMÁN CAMPOS, «Conocimientos sobre manipulación manual de cargas y riesgo ergonómico en estibadores, Lima, Enero-junio 2018,» 2018. [En línea]. Available: [http://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/upch/3785/Conocimientos\\_TecsiHidalgo\\_Mercedes.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/upch/3785/Conocimientos_TecsiHidalgo_Mercedes.pdf?sequence=1&isAllowed=y). [Último acceso: Noviembre 2018].
- [56] R. Y. MALAVER ORTÍZ, D. L. MEDINA GONZALES y I. M. PÉREZ TERRAZAS, «Estudio sobre la relación entre el riesgo de lesiones músculo esqueléticas basado en posturas forzadas y síntomas músculo esqueléticos en el personal de limpieza pública de dos municipalidades de Lima Norte.,» Tecnología Médica: Terapia física y rehabilitación, 2017. [En línea]. Available: [http://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/UCSS/204/Malaver\\_Medina\\_Perez\\_tesis\\_bachiller\\_%202017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/UCSS/204/Malaver_Medina_Perez_tesis_bachiller_%202017.pdf?sequence=1&isAllowed=y). [Último acceso: Octubre 2018].
- [57] R. A. SOLOGORRÉ SARASI, «Propuesta de mejora ergonómica en base a la identificación de los riesgos disergonómicos en los trabajadores durante la desinstalación de neumáticos gigantes en la empresa NEUMA PERÚ CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.,» Carrera de ingeniería de Seguridad Industrial y Minera , 2016. [En línea]. Available: <http://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/UTP/422/1/082-0813-ISG.pdf>. [Último acceso: Octubre 2018].
- [58] J. C. PAIVA FLORES, «Propuesta de un plan de control de fatiga para los trabajadores de la empresa minera ARIRAHUA S.A. Condesuyos, Arequipa, 2015,» Escuela de ingeniería de seguridad Industrial y Minera , 2017. [En línea]. Available: [http://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/UTP/956/1/Juan%20Paiva\\_Tesis\\_Titulo%20Profesional\\_2017.pdf](http://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/UTP/956/1/Juan%20Paiva_Tesis_Titulo%20Profesional_2017.pdf). [Último acceso: Noviembre 2018].
- [59] J. M. ESPINOZA DÁVILA, O. L. SARAVIA QUISPE y V. L. VALDERRAMA VIRRUETA, «Medir el esfuerzo físico y adopción de nuevas posturas ergonómicas para trabajadores mecánicos durante izajes manuales, con la aplicación de polipasto tres en uno en la empresa VYP ICE S.A.C. Unidad II Zona Sur – Arequipa,» Escuela de Ingeniería de Seguridad Industrial y Minera , 2017. [En línea]. Available: [http://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/UTP/823/6/Jhon%20Espinoza\\_Olga%20Saravia\\_Victor%20Valderrama\\_Trabajo%20de%20Suficiencia%20Profesional\\_Titulo%20Profesional\\_2017.pdf](http://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/UTP/823/6/Jhon%20Espinoza_Olga%20Saravia_Victor%20Valderrama_Trabajo%20de%20Suficiencia%20Profesional_Titulo%20Profesional_2017.pdf). [Último acceso: Noviembre 2018].
- [60] D. A. ANCCO ROSAS, «Determinación del nivel de riesgo postural según el método REBA en alumnos de quinto año de la Clínica odontológica de la U.C.S.M. Arequipa, 2018.,» Escuela profesional de Odontología , 2018. [En línea]. Available: <https://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/UCSM/7919/64.2815.O.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: Febrero 2019].

- [61] D. O. TEJADA CASTAÑEDA, «Aplicación de la Ergonomía a los trabajadores del terminal pesquero de Buenos Aires, Víctor Larco, Trujillo. 2015,» Escuela académico profesional de Biología Pesquera , 2015. [En línea]. Available: <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/5096/Tejada%20Casta%C3%B1eda%2c%20David%20Oscar.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: Febrero 2019].
- [62] J. C. VALVERDE SANDOVAL, «Nivel de riesgo de las posiciones de trabajo adoptadas por los estudiantes durante su adiestramiento en la clínica odontológica de la Universidad José Carlos Mariátegui - Moquegua 2018,» Escuela profesinal de Odontología, 2018. [En línea]. Available: [http://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/ujcm/422/Juan\\_Tesis\\_titulo\\_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/ujcm/422/Juan_Tesis_titulo_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y). [Último acceso: Febrero 2019].
- [63] E. d. P. OBESO CUSTODIO, «Sistema ergonómico para optimizar el desempeño laboral de los colaboradores en las empresas del rubro de impresiones digitales. Chimbote - 2016,» Escuela profesional de Ingeniería Industrial , 2017. [En línea]. Available: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/10304/obeso\\_ce.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/10304/obeso_ce.pdf?sequence=1&isAllowed=y). [Último acceso: Febrero 2019].
- [64] S. VARMAZYAR, M. AMINI y M. KIAFAR, «Ergonomic Evaluation of Work Conditions in Qazvin Dentists and its Association with Musculoskeletal Disorders Using REBA Method,» *Islamic Dental Association of Iran* , vol. 24, nº 3, pp. 229-237, 2012.
- [65] S. SCHETTINO, J. C. COSTA CAMPOS, L. J. MINETTE y A. DE SOUZA, «Work precariousness: ergonomic risks to operators of machines adapted for forest harvesting,» *Árvore* , vol. 41, nº 1, pp. 1-9, 2017.
- [66] M. T. MEDINA ABOYTES, J. L. HERNANDEZ ARELLANO y J. L. GARCIA ALCARAZ, «Ergonomic analysis in public markets in Cortazar Guanajuato,» *XV CONGRESO INTERNACIONAL DE ERGONOMIA SEMAC*, 2009.
- [67] E. RAFEEMANESH, Z. JAFARI, F. O. KASHANI y F. RAHIMPOUR, «A study on job postures and musculoskeletal illnesses in dentists,» *Revista Internacional de Medicina del Trabajo y Salud Ambiental.*, vol. 26, nº 4, pp. 615-620, 2013.
- [68] N. S. M. NAWI, B. M. DEROS y N. NORANI, «Assessment of Oil Palm Fresh Fruit Bunches Harvesters Working Postures Using Reba,» *Foro de Ingeniería avanzada* , vol. 10, pp. 122-127, 2013.
- [69] R. HERNÁNDEZ SAMPIERI, C. FERNANDEZ COLLADO y P. BAPTISTA LUCIO, *Metodología de la investigación*, SEXTA ed., I. E. S. D. C.V., Ed., MCGRAW-HILL, 2014, p. 600.
- [70] E. NAVARRETE ESPINOZA y E. SALDÍAS LIZARRA, «Percepción del peso de una carga según composición corporal en asistentes de buses interurbanos,» *Ciencia y trabajo* , vol. 20, nº 61, pp. 7-13, 2018.
- [71] ISO 45001:2018, *Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo - Requisitos con la orientcaión para su uso*, Primera ed., Ginebra, p. 50.
- [72] NORMA TÉCNICA PERUANA ISO 45001-2018, «Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo. Requisitos con orientación para su uso,»

- International Standardization Organization . [En línea]. [Último acceso: Enero 2018].
- [73] LOS AUTORES, 2018.
- [74] R. HERNÁNDEZ SAMPIERI, C. FERNÁNDEZ COLADO y P. BAPTISTA LUCIO, Metodología de la investigación, SEXTA ed., I. E. S. D. C.V., Ed., McGRAW-HILL, 2014, p. 600.
- [75] ASEDESTO, «Determinación del tamaño de la muestra,» 2017. [En línea]. Available: [asedesto.com/documents/CTMuestra.xls](http://asedesto.com/documents/CTMuestra.xls). [Último acceso: Octubre 2018].
- [76] E. Y. SÁEZ ARROYO, «Factores de riesgo disergonómicos y dolencias corporales en recolectores de residuos sólidos domiciliarios: Comuna de Yumbel,» Departamento de Ciencias y Tecnología Vegetal, 2018. [En línea]. Available: <http://repositorio.udec.cl/bitstream/handle/11594/2962/S%C3%A1ez%20Arroyo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: Noviembre 2018].
- [77] Humanics Ergonomics, «Una técnica para medir el malestar corporal,» nº 9, pp. 175-182, 2018.
- [78] P. J. SANDOVAL URREA, «Factores de riesgo disergonómico en trabajos odontológicos (caso: Consultorio Norte, ciudad de Los ángeles),» Escuela de Ciencias y Tecnologías, 2016. [En línea]. Available: <http://repositorio.udec.cl/bitstream/handle/11594/2342/Jara%20Astete.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: Octubre 2018].
- [79] P. I. SÁNCHEZ AGUILERA y S. A. PÉREZ DOMÍNGUEZ, «Riesgos ergonómicos en las tareas de manipulación de pacientes, en ayudantes de enfermería y auxiliares generales de dos unidades del Hospital Clínico de la Universidad de Chile,» Escuela de Kinesiología, 2009. [En línea]. Available: [https://www.researchgate.net/profile/Pablo\\_Sanchez\\_Aguilera/publication/44886605\\_Riesgos\\_ergonomicos\\_en\\_las\\_tareas\\_de\\_manipulacion\\_de\\_pacientes\\_en\\_ayudantes\\_de\\_enfermeria\\_y\\_auxiliares\\_generales\\_de\\_dos\\_unidades\\_del\\_Hospital\\_Clinico\\_de\\_la\\_Universidad\\_de\\_Chi](https://www.researchgate.net/profile/Pablo_Sanchez_Aguilera/publication/44886605_Riesgos_ergonomicos_en_las_tareas_de_manipulacion_de_pacientes_en_ayudantes_de_enfermeria_y_auxiliares_generales_de_dos_unidades_del_Hospital_Clinico_de_la_Universidad_de_Chi). [Último acceso: Octubre 2018].
- [80] Caymans, «Estiramiento por grupos musculares,» 2019. [En línea]. Available: <http://diafit.net/estiramiento-por-grupos-musculares/>. [Último acceso: Enero 2019].
- [81] MAFEPE, «Características y usos de los guantes de soldadura,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.mafepe.com/es/blog/noticias/caracteristicas-usos-guantes-soldadura>. [Último acceso: Febrero 2019].
- [82] ManoMano, «Cómo elegir un portaelectrodo y una pinza de masa para soldadura por arco,» Consejos.manomano.es, 2019. [En línea]. Available: <https://consejos.manomano.es/como-elegir-un-portaelectrodo-y-una-pinza-de-masa-para-soldadura-por-arco-2030>. [Último acceso: Febrero 2019].
- [83] Ergológico vida saludable, «Postura-pronación-brazo,» 2019. [En línea]. Available: <http://www.ergologico.com/escoger-el-raton-ergonomico-adeecuado/postura-pronacion-brazo/>. [Último acceso: Febrero 2019].
- [84] estrucplan, «Ergonomía aplicada a las herramientas - 02º Parte,» 16 Agosto 2002. [En línea]. Available: <https://estrucplan.com.ar/producciones/contenido-tecnico/p->

- higiene-industrial/ergonomia-aplicada-a-las-herramientas-02o-parte/. [Último acceso: Febrero 2019].
- [85] J. GUTIERREZ MUÑOZ, «Ejercicios de estiramiento,» 2019. [En línea]. Available: [http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-ejer/estiramientos\\_1.pdf](http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-ejer/estiramientos_1.pdf). [Último acceso: Enero 2019].
- [86] INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO, «Ejercicios de fortalecimiento muscular,» 2019. [En línea]. Available: [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/CATALOGO%20DE%20PUBLICACIONES%20ONLINE/CARTELES/Carteles/Carteles\\_A4/01-fortalecimiento-V.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/CATALOGO%20DE%20PUBLICACIONES%20ONLINE/CARTELES/Carteles/Carteles_A4/01-fortalecimiento-V.pdf). [Último acceso: Diciembre 2018].
- [87] INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO, «Ejercicios de relajamiento muscular,» 2019. [En línea]. Available: [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/CATALOGO%20DE%20PUBLICACIONES%20ONLINE/CARTELES/Carteles/Carteles\\_A4/Actualizado%20en%202011%20estos%20son%20los%20antiguos/02-relajacion-V.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/CATALOGO%20DE%20PUBLICACIONES%20ONLINE/CARTELES/Carteles/Carteles_A4/Actualizado%20en%202011%20estos%20son%20los%20antiguos/02-relajacion-V.pdf). [Último acceso: Diciembre 2018].
- [88] COMISIÓN DE SALUD PÚBLICA, «Movimientos repetidos del miembro superior,» 2000. [En línea]. Available: <http://www.msccbs.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/movimientos.pdf>. [Último acceso: Enero 2019].
- [89] Fisioterapia, Salud & Bienestar, «Tendinitis rotuliana ¿Qué es, cómo prevenirla y tratamiento?,» 2019. [En línea]. Available: <https://fisiostar.com/fisioterapia-tratamientos/fisioterapia-deportiva/tendinitis-rotuliana>. [Último acceso: Enero 2019].
- [90] M. E. GARCÉS FREIRE, «Estudio comparativo del efecto de la técnica de estiramiento muscular de Evjenth - Hamberg y la técnica de autoestiramiento muscular estático en la contractura de los músculos isquiotibiales en los futbolistas de la liga Cantonal de Quero, categoría sénior,» Carrera de Terapia física, Mayo 2015. [En línea]. Available: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/10379/1/Garc%C3%A9s%20Freire%20c%20Mar%C3%ADa%20Elisa.pdf>. [Último acceso: Enero 2019].
- [91] 123RF, «Bursitis. Inflamación de las bolsas,» 23 Enero 2019. [En línea]. Available: [https://es.123rf.com/photo\\_74347961\\_bursitis-inflamaci%C3%B3n-de-las-bursas-l%C3%ADquido-sinovial-bursitis-prepatellar-rodilla-de-la-sirvienta-y-bursit.html](https://es.123rf.com/photo_74347961_bursitis-inflamaci%C3%B3n-de-las-bursas-l%C3%ADquido-sinovial-bursitis-prepatellar-rodilla-de-la-sirvienta-y-bursit.html). [Último acceso: 23 Enero 2019].
- [92] Vicsa safety, «Ficha técnica rodillera profesional de descarte,» 2017. [En línea]. Available: [http://www2.vicsa.cl/documentos/881\\_1144\\_cert1](http://www2.vicsa.cl/documentos/881_1144_cert1). [Último acceso: Enero 2019].